1975

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Dortmund · Darmstadt · Berlin

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense, Gerhard Eichhorn und Helmar Frank

Band 16 · Heft 4
Dezember 1975
Kurztitel: GrKG 16/4

INHALT

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren*, und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen*, einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
D-479 Paderborn, Riemekestraße 62
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 3 20 90

Die GrKG erscheinen in der Regel mit einer Knapptextbeilage in Internationaler Sprache mit dem Titel „Homo kaj Informo".

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG, D-3 Hannover 81, Zeißstraße 10

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 36 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 7,40 — Jahresabonnement DM 29,60
(jeweils zuzüglich Postgebühren und MWSt.).

Abbestellungen von Jahresabonnements nur bis einen Monat vor Jahresende.

Überlegung zur Modellbildung für die Untersuchung von Lernvorgängen bei Turnübungen am Reck

von Wilhelm-Ludwig BAUER, Darmstadt

aus dem Institut für Regelungstechnik der Technischen Hochschule Darmstadt
(Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. Oppelt)

1. *Einführung*

Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, das an der Technischen Hochschule Darmstadt gemeinsam vom Fachgebiet Sportwissenschaft, Prof. Dr.phil. K. Willimczik, und dem Institut für Regelungstechnik, Prof. Dr.-Ing. W. Oppelt, getragen wird, sollen Lernvorgänge bei sportlichen Bewegungsabläufen untersucht werden. — Der hier vorgelegte Aufsatz befaßt sich mit einem Teilgebiet dieses Vorhabens. Er bringt einige grundsätzliche Überlegungen für Untersuchungen am Reck.

Bei Turnübungen werden vom Übenden optische, akustische und taktile Signale aufgenommen. Diese Signale werden in einer uns noch unbekannten Form verschlüsselt und während des Lernprozesses als „Muster eines Bewegungsablaufes" gespeichert. Diese Bewegungsmuster können wieder abgerufen und als Körperbewegung verwirklicht werden. Der Turner zeigt also beim Vorführen einer Übung, bis zu welcher Lernstufe der Bewegungsablauf im Gehirn gespeichert ist und in Bewegung umgesetzt werden kann.

Die gespeicherten Bewegungsmuster von Turnübungen können entweder charakteristische kinematische Verläufe sein (z.B. Körperschwerpunktsbahnen) oder dynamische Zusammenhänge (z.B. Kraft-Zeit-Verläufe). Sie können mit kinematografischen Verfahren (z.B. Filmaufnahmen), oder mit dynamografischen Registrierungen (z.B. Kraftmeßschrieben) ermittelt werden.

Das Ziel des ersten Teils des Forschungsvorhabens ist es, dynamografische und kinematografische Bewegungsmuster von verschiedenen Lernstufen bei Turnübungen am Reck aufzunehmen und untereinander in Beziehung zu setzen. Die kinematografischen Aufzeichnungen werden mit handelsüblichen Geräten, wie Filmkamera und Fotoapparat vorgenommen. Für die Aufzeichnung der dynamografischen Bewegungsmuster (Kraft-, Drehmoment-Zeitverläufe) mußte ein vorhandenes Reck umgebaut und mit Meßwertaufnehmern (dazu werden Dehnungsmeßstreifen benutzt) ausgerüstet werden. Eine Reihe von Vorüberlegungen war notwendig. Sie sollen in diesem Aufsatz vorgestellt werden. Als Beispiel, an dem die Problematik diskutiert wird, dient die Turnübung „Riesenfelge am Reck". (Unter Riesenfelge versteht man die vollständige Umrundung der Reckstange mit nahezu gestrecktem Körper vom Handstand in den Handstand, Bild 1.)

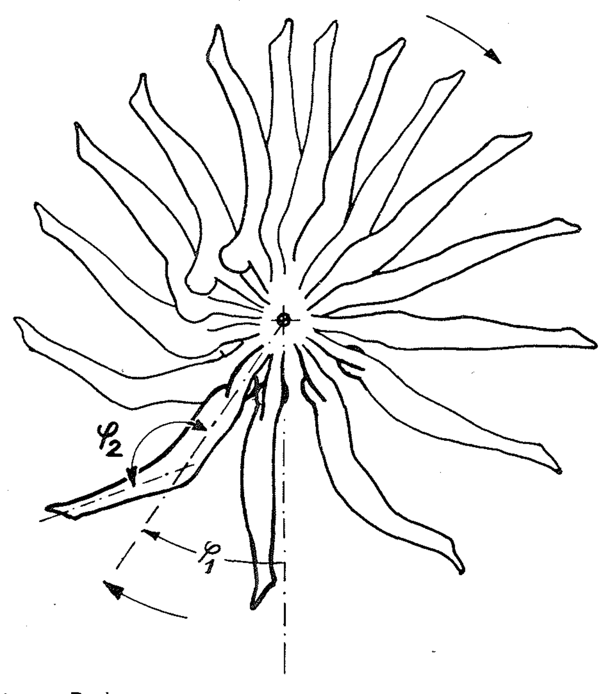


Bild 1: Riesenfelge am Reck

2. *Modellvorstellungen zu der Riesenfelge*

Bei der Modellbildung ersetzt man das wirkliche System (in unserem Fall den Turner) durch besser durchschaubare Nachbildungen. Diese Nachbildungen müssen der mathematischen Beschreibung leicht zugänglich sein, sollen aber die wesentlichen Merkmale der Dynamik (wirkende Kräfte und Bewegungsablauf) richtig enthalten, obwohl sie das wirkliche System nur näherungsweise beschreiben.

Wir gehen aus von Ergebnissen, die R. Schmidt (1961) erhalten hat. Er benutzt als Modell für die Riesenfelge das starre physikalische Pendel, das auf der Reckstange reibungsfrei gelagert ist, Bild 2. Das Pendel wird in seiner Aufhängung durch die Vertikalkraft W_y und die Horizontalkraft W_x gehalten. Im Schwerpunkt S wirkt die Gewichtskraft G.

Bringt man den Schwerpunkt dieses Pendels in die Lage maximaler potentieller Energie, also senkrecht über den Aufhängepunkt und stößt das Pendel kurz an, so umrundet es wegen der vernachlässigten Reibung andauernd die Stange, ähnlich einem Turner bei der Riesenfelge. Wir wollen im weiteren dieses physikalische Pendel als Modell der 1. Näherung bezeichnen. Es bildet, wie wir sehen werden, den Bewegungsablauf der Riesenfelge nur ungenügend nach.

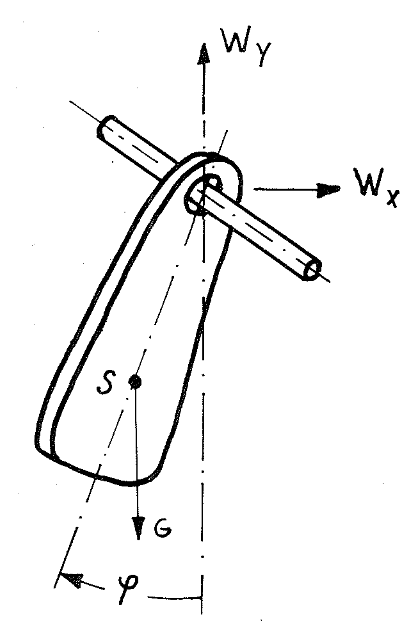


Bild 2: Nachbildung der Riesenfelge durch ein physikalisches Pendel, Modell der 1. Näherung

Trotzdem ergibt die mathematische Auswertung dieses Modells bereits brauchbare Werte für die auftretenden Maximalkräfte. Nach diesem Modell müßte der Turner beim Durchschwung durch die Senkrechte mit seinen Händen sein 4faches Körpergewicht halten. Die maximale Beanspruchung in horizontaler Richtung wäre $W_{x\ max} = 2{,}28\ G$, bei einem Winkel von $\varphi = 55°$ von der Senkrechten aus gemessen. Die am wirklichen System gemessenen Werte zeigen gegenüber den aus dem Modell errechneten natürlich Abweichungen, und R. Schmidt weist in seinem Aufsatz darauf hin, daß sich diese Abweichungen ergeben, weil das Modell nur eine Näherung ist. Vernachlässigt werden nämlich die

- Energieverluste durch die Reibung zwischen Reckstange und Händen des Turnenden,
- die elastischen Längenänderungen des menschlichen Körpers infolge der wirkenden Kräfte,
- die absichtlich durchgeführten Änderungen in der Körperhaltung, die den Energieverlust infolge Reibung ersetzen und so eine Umrundung der Stange erst ermöglichen und
- die Elastizität der Reckstange und der Reckaufhängung.

Dieses Modell ist somit zur Beschreibung von Lernvorgängen ungeeignet, weil es keine Größen enthält, die durch den Lernvorgang beeinflußt werden können. Will man den Lernvorgang mit erfassen, so muß das Modell verbessert werden.

Bei der Betrachtung des Bildes 1 bietet sich die Beschreibung der Riesenfelge durch ein Zweimassenmodell an, dessen Aufbau in Bild 3 angegeben ist. Die obere Masse stellt den Rumpf mit den Armen dar. Die untere Masse ist die Nachbildung der Beine. Beide Massen sind in einem Gelenk verbunden, das dem Hüftgelenk entspricht. In der Aufhängung an der Stange tritt zusätzlich zur Vertikal- und Horizontalkraft ein der Drehrichtung entgegenwirkendes Bremsmoment M auf, das die Reibung zwischen den Händen des Turners und der Reckstange berücksichtigt.

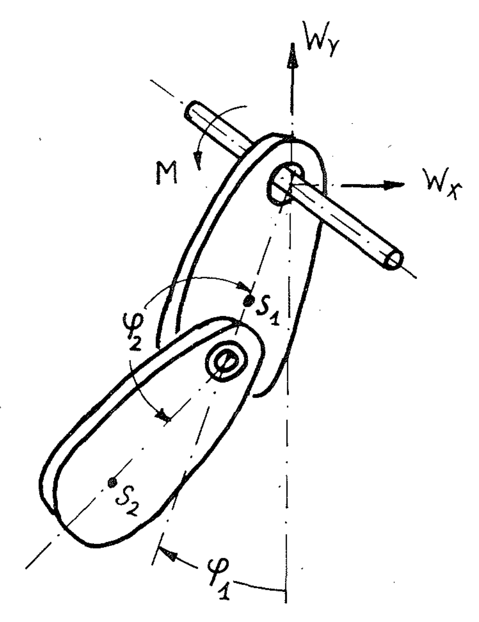


Bild 3: Modell der 2. Näherung

Der Winkel φ_1 entspricht dem Winkel des Oberkörpers zur Senkrechten und φ_2 kennzeichnet den Hüftwinkel.

Die Nachbildung des Körpers des Turners durch zwei Massen wollen wir im folgenden als Modell der 2. Näherung bezeichnen. Es entsteht aus dem Modell der 1. Näherung durch eine Abänderung, die zu einer besseren Annäherung an das wirkliche System führt. Vernachlässigt wird auch hier die Elastizität der Stange und die Längenänderung des Körpers durch die wirkenden Kräfte, sowie die Änderung des Winkels zwischen Arm und Oberkörper.

Bei diesem Modell der 2. Näherung wird infolge der Reibung an der Stange Bewegungsenergie in Wärme umgesetzt. Der Energieverlust muß dem System wieder zugeführt werden, damit die Bewegung um die Stange nicht zum Stillstand kommt. Der Turner tut dies vorwiegend durch Beugen des Körpers in der Hüfte zum richtigen Zeitpunkt. Bei dem Modell der 2. Näherung (Bild 3) entspricht das einer Veränderung des Trägheitsmomentes (Drehmasse bezüglich des Aufhängepunktes) durch Verstellen des Hüftwinkels φ_2. Wollte man noch die Änderung des Winkels zwischen Oberarmen und Rumpf berücksichtigen, müßte in entsprechender Weise ein Dreimassenmodell aufgebaut werden.

Aus Bild 1 ist ersichtlich, daß sich der Hüftwinkel des Turners in Abhängigkeit seiner Lage ändert, das bedeutet für das Modell der 2. Näherung, daß der Winkel φ_2 in Abhängigkeit vom Winkel φ_1 geändert werden muß. Die Abhängigkeit des Hüftwinkels von der augenblicklichen Lage, also der Zusammenhang $\varphi_2 = f(\varphi_1)$, ändert sich während des Lernvorganges. Der Turner muß somit lernen, seinen Körper in der Hüfte zum richtigen Zeitpunkt zu beugen und zu strecken, damit ihm die Riesenfelge gelingt.

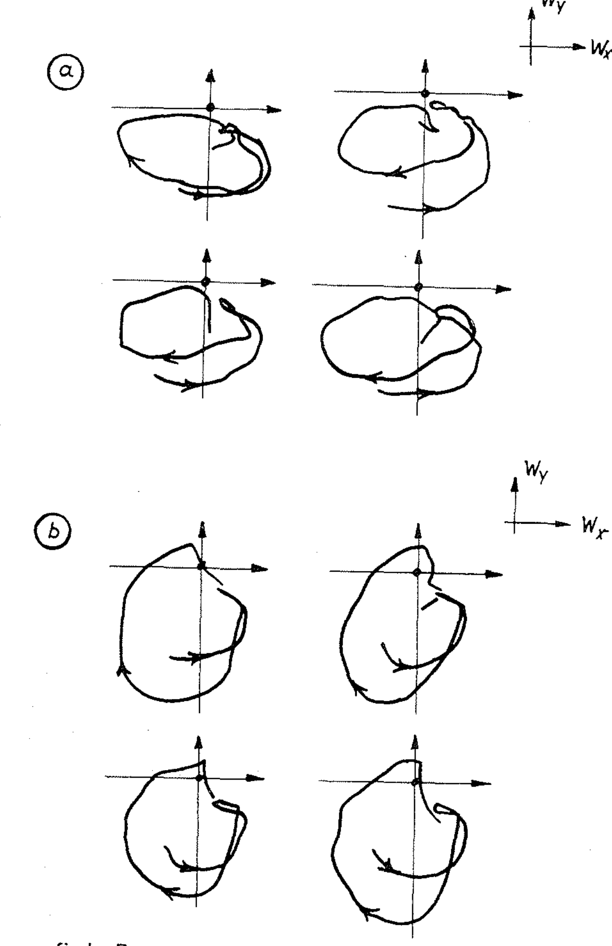


Bild 4: Dynamografische Bewegungsmuster der Schwungkippe am Reck
a) schlechter Turner b) guter Turner

Benutzt man die Definition von K. Meinel (1966), der das Erlernen einer Bewegung durch die 3 Phasen „Grobkoordination, Feinkoordination, Stabilisierung" kennzeichnet, so wird bei demselben Turner der Zusammenhang $\varphi_2 = f(\varphi_1)$ im Zustand der „Grobkoordination" (die Riesenfelge gelingt „gerade eben") bei mehrmaligem Turnen noch sehr unterschiedlich sein. Erst mit dem Herausbilden der „Feinkoordination" werden sich die Abweichungen verringern, um schließlich im Zustand der „Stabilisierung" (ein Bewegungsablauf gleicht dem anderen) ein Minimum anzunehmen.

In Bild 4 sind als Beispiel dafür die dynamografischen Bewegungsmuster einer anderen Bewegung, nämlich der „Kippe am Reck" abgebildet. Die Kurvenzüge zeigen die Auslenkung der Stange an, die proportional der wirkenden Kräfte ist. Die oberen 4 Verläufe stammen von einem schlechten Turner; die Abweichungen untereinander sind beträchtlich. Die unteren 4, die von einem besseren Turner stammen, weisen untereinander geringere Abweichungen auf.

Die dynamografischen Bewegungsmuster eignen sich nicht nur für die Erkennung des Lernzustandes, sie stellen auch ein wichtiges Hilfsmittel für die objektive Fehlererkennung bei Turnübungen dar.

3. *Gegenüberstellung „Modell – wirkliches System"*

3.1 *Prüfung auf Übereinstimmung*

Im vorhergehenden Abschnitt wurde der Turner, der eine Riesenfelge ausführt, durch ein Zweimassenmodell nachgebildet. Nun muß überprüft werden, wie gut dieses Modell das wirkliche Verhalten beschreibt. Dazu sind mehrere Schritte notwendig:

- Das Zweimassenmodell wird aufgrund physikalischer Überlegungen durch mathematische Gleichungen beschrieben. Die Größen, die das Verhalten bestimmen, wie z.B. Horizontal- und Vertikalkraft, Drehmoment, Hüftwinkel ... werden mit Hilfe eines Analog- oder Digitalrechners in ihrem Zeitablauf dargestellt.
- Das wirkliche System (also der Turner, der am Reck eine Riesenfelge turnt) wird meßtechnisch erfaßt. Man mißt dabei mit geeigneten Meßeinrichtungen den zeitlichen Verlauf der vorher berechneten Größen, wie Horizontal- und Vertikalkraft, Drehmoment, Hüftwinkel ... .
- Die Verläufe der errechneten und der gemessenen Größen werden auf Übereinstimmung geprüft.
- Mit Hilfe eines Kriteriums wird die Güte der Übereinstimmung festgestellt und bei zu großen Abweichungen eine Korrektur des Modells vorgenommen.

Die gewählte Modellstruktur legt also fest, welche Größen am wirklichen System meßtechnisch zu erfassen sind. Das wirkliche System enthält eine weitaus größere Anzahl von meßbaren Größen. Davon brauchen jedoch nur solche gemessen zu werden, die für

den Vergleich zwischen Modell und Wirklichkeit notwendig sind. Für das Modell der 2. Näherung kommen somit folgende Größen in Frage:

Horizontalkraft W_x,

Vertikalkraft W_y,

Drehmoment M,

Winkel φ_1,

Winkel φ_2,

Schwerpunktbahn des Rumpfes,

Schwerpunktbahn der Beine.

Wir haben ein Reck so umgebaut, daß das Drehmoment und die Kräfte, die der Turner auf das Gerät ausübt, gemessen werden konnten. Dabei mußten die ursprünglich vorhandenen Stangenlagerungen durch eine Kugellageraufhängung ersetzt werden, um den Meßfehler infolge Lagerreibung zu beseitigen. Die kinematischen Größen, wie Winkel und Schwerpunktbahnen des Turners, wurden mit einer Filmkamera erfaßt.

In Bild 5 sind die Kraft- und Drehmoment-Zeitverläufe einer Riesenfelge dargestellt, die bei einem Vorversuch aufgezeichnet wurden. Die Riesenfelge wurde vom Verfasser selbst geturnt. Die Berechnung der Kraft- und Drehmoment-Zeitverläufe und des Verlaufs des Hüftwinkels φ_2 für das Modell der 2. Näherung wird z.Z. bei uns auf dem Digitalrechner mit einem Programm für die Optimierung dynamischer Systeme durchgeführt.

3.2 *Aufsuchen des Gütekriteriums*

Ungeklärt ist bisher, nach welchem Gütemaß die Optimierung des Bewegungsablaufes beim Erlernen der Riesenfelge von dem Turner vorgenommen wird. Eine Möglichkeit wäre die, den Bewegungsablauf so zu verändern, daß in der Phase der „Stabilisierung" der Bewegung die aufzubringenden Kräfte zum Minimum werden. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, die Funktion $\varphi_1 = f(\varphi_2)$ – Abhängigkeit des Hüftwinkels φ_2 vom Rumpfwinkel φ_1 – so auszuwählen, daß der Energieverlust infolge Reibung an der Reckstange minimal wird. Anders ausgedrückt heißt dies, daß die zu verrichtende psysikalische Arbeit bei der Umrundung minimal würde.

Wahrscheinlicher ist jedoch, daß der Turner seinen Bewegungsablauf so einrichtet, daß das minimal wird, was man den „physiologischen Energieverbrauch" nennen könnte.

Die physikalische und physiologische Arbeitsverrichtung bei der Durchführung einer Turnübung sind nicht gleich. Dies sei an folgendem Beispiel verdeutlicht:

Hebt ein Mensch ein Gewicht auf eine bestimmte Höhe und setzt es dann vorsichtig

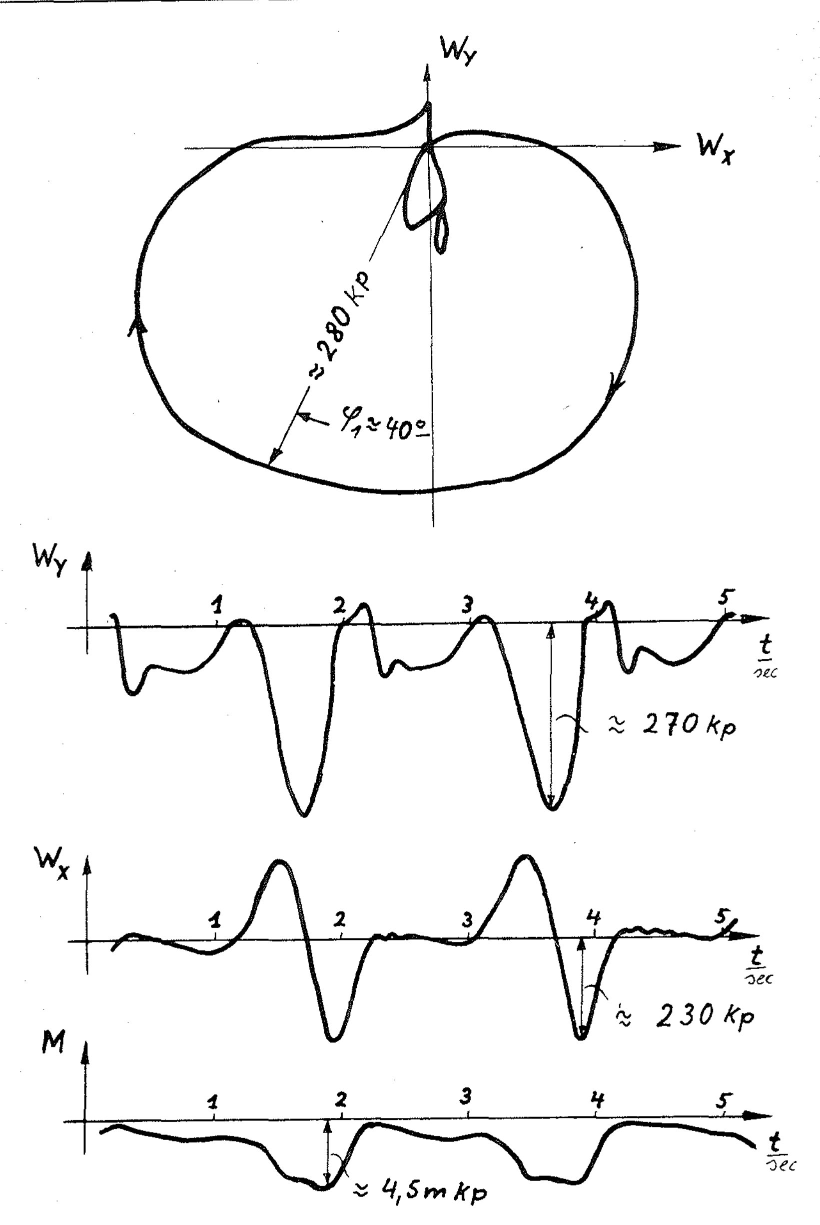


Bild 5: Dynamogramme einer Riesenfelge am Reck. (Gewicht des Turners 75 kp)

wieder an der Ausgangsposition ab, dann ist die physikalische Arbeitsverrichtung gleich null. Die physiologische Arbeitsverrichtung ist jedoch nicht vernachlässigbar, da so-

wohl beim Heben als auch beim Senken des Gewichts infolge der biochemischen Vorgänge in den Muskeln Energie verbraucht wird. Die Energie der Lage des angehobenen Gewichtes kann beim Senken nicht in den menschlichen Organismus zurückgegeben werden. Ebenso wird beim Halten eines Gewichtes auf gleicher Höhe keine physikalische Arbeit verrichtet, wohl aber physiologische, worauf u.a. beispielsweise G. Hochmuth (1971, dort Seite 92) hingewiesen hat.

Ähnliche Vorgänge treten beim Turnen der Riesenfelge auf, so daß die physikalische nicht gleich der physiologisch verrichteten Arbeit ist. Ein Optimierungskriterium, das nur die physikalische Arbeitsverrichtung berücksichtigt, kann somit bei der Erfassung des Lernvorgangs allein nicht herangezogen werden.

Eine Schwierigkeit besteht nun darin, ein Optimierungskriterium für das Modell der 2. Näherung zu erstellen, in dem auch die physiologischen Aspekte mathematisch erfaßt sind. Weitere Schwierigkeiten treten bei der mathematischen Beschreibung des Drehmomentenverlaufs auf. Denn dieser hängt nicht nur von der Horizontal- und Vertikalkraft und dem Reibungskoeffizienten ab, sondern kann auch durch die Fingerkraft des Turners beeinflußt werden.
Wir benutzen deshalb in unserem Digitalrechnerprogramm intuitiv ermittelte Optimierungskriterien und Drehmomentverläufe. Sie werden in Verbindung mit den die Systemdynamik beschreibenden Gleichungen gemeinsam verarbeitet. Die ausführliche Diskussion dieser Annahmen wird in einem späteren Aufsatz gezeigt.

4. *Dynamische Eigenschaften der Reckstange*

Beim Turnen der Riesenfelge wurde eine Stangenauslenkung bis zu 8 cm aus der Ruhelage beobachtet. Dementsprechend verschoben sich die Körperschwerpunkte des Turners. Außerdem nutzt der Turner die elastischen Eigenschaften der Reckstange für die Unterstützung des Bewegungsablaufes aus. In einem weiter verbesserten Modell wird deshalb die Elastizität der Reckstange berücksichtigt. Um das dynamische Verhalten der Reckstange näherungsweise zu erfassen, wurden einige kleinere Versuche durchgeführt:

Die unbelastete Stange wurde aus der Ruhelage ausgelenkt und schwingen gelassen. Die Schwingung hatte eine Frequenz von 11 Hz und war nahezu ungedämpft. Bei Belastung der Stange mit einer Hantel von 75 kg (entsprechend dem Gewicht eines Turners) ergab sich eine ungedämpfte Schwingung mit einer Frequenz von ca. 3 Hz. Anstelle der Hantel hing sich dann ein Turner von gleichem Gewicht bewegungslos an die Stange. Jetzt ergab sich nach einer Auslenkung ein stark gedämpfter Einschwingvorgang. Die dämpfende Wirkung des menschlichen Körpers muß folglich bei der Modellbildung mit berücksichtigt werden. An dem Modell von Bild 6 wird die Ursache der dämpfenden Wirkung diskutiert. Die Reckstange wird näherungsweise durch eine konzentrierte Masse m_{St} und zwei Federn mit der Federsteifigkeit c_1 dargestellt. Die Elastizität der Armsehnen wird durch eine Feder mit der Federsteifigkeit c_2 nachge-

bildet. Daran befindet sich die Nachbildung der Arme, die aus der Schulter- und Armmuskeldämpfung r_1, der Arm- und Schultermuskelelastizität c_3 und der veränderlichen Armkraft F besteht.

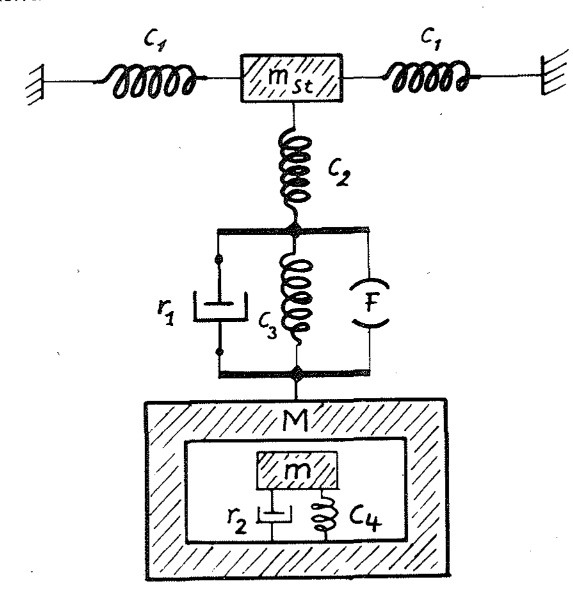


Bild 6: Modell eines Turners im ruhigen Hang an der Reckstange

An der Armnachbildung hängt ein Feder-Masse-System, das den Rumpf mit Kopf und Beinen nachbildet. Dabei ist $M + m$ die Masse von Rumpf, Kopf und Beinen und m ist der Anteil daraus, der zur Dämpfung der Radialschwingung beiträgt. Dazu gehört die Masse der inneren Organe und der Rumpf- und Beinmuskeln. Die Federkonstante c_4 repräsentiert somit die elastischen und die Dämpfungskonstante r_2 die dämpfenden Eigenschaften der inneren Organe.

In der weiteren Betrachtung soll die Stangenmasse m_{St}, die ca. 8 % des Körpergewichts des Turners beträgt, vernachlässigt werden. Die dämpfende Wirkung der Organmasse wird gegenüber der dämpfenden Wirkung der Arm- und Schultermuskulatur vernachlässigt und die Längenänderung infolge der Sehnen (Feder c_2) soll durch die Elastizität der Stange mit erfaßt werden. Die Wirkung der Armkraft F wird durch eine Vergrößerung der Federkonstante c_3 nachgebildet.

Werden diese Abänderungen im Modell der 2. Näherung eingeführt, dann ergibt sich das Modell der 3. Näherung von Bild 7. Um die Funktion dieses Modells zu veranschaulichen, sind dort zu den rein mechanischen Gebilden noch die Stell- und Regeleinheiten hinzugefügt worden, die beim Turner durch die Wirkung seines Nervensystems erzeugt werden.

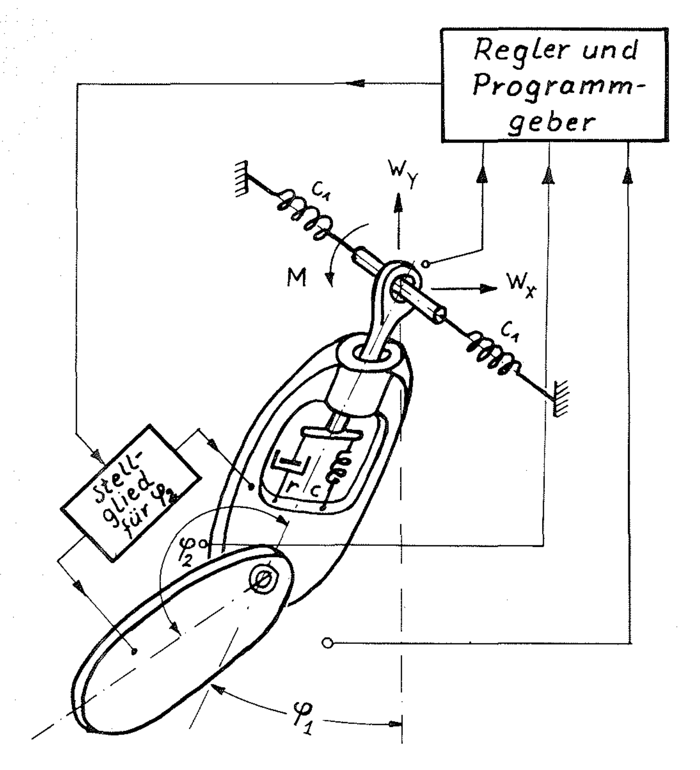


Bild 7: Modell der 3. Näherung mit Stell- und Regeleinheiten

Der „Regler" des Modells beobachtet und erfaßt die augenblicklichen Werte der Horizontal- und Vertikalkraft (W_x, W_y), die Werte des Drehmoments M und der Winkel φ_1 und φ_2. Aus diesen Meßwerten wird im Regler der Programmablauf für die Stellgröße Y errechnet und damit wird das „Stellglied" so verstellt, daß die Umrundung der Stange gelingt. Als Stellglied dient im wesentlichen die Bauchmuskulatur.

Die Durchbiegung der Stange wird durch die Nachgiebigkeit in Längsrichtung der Federn c_1 erreicht, die aber sehr steif gegenüber Torsion sind. Die Längenänderung des Körpers des Turners infolge der Zentrifugalkräfte wird durch die Feder c und die Dämpfung in radialer Richtung durch die Dämpfungskonstante r erfaßt. Das Stellglied verändert den Winkel φ_2.

5. *Schlußbemerkungen*

Zusammenfassend lassen sich folgende allgemeine Aussagen für die Erforschung von Lernvorgängen bei Turnübungen machen, wenn man von der in diesem Aufsatz vorgeschlagenen mathematisch-physikalischen Darstellung ausgeht:

- Es müssen zuerst solche Turnübungen ausgesucht werden, die der mathematisch-physikalischen Beschreibung gut zugänglich sind.
- Von diesen Übungen müssen die Modelle angegeben werden.
- Die Modelle müssen das wirkliche System genügend genau beschreiben, damit der Lernvorgang mit erfaßt wird.
- Die Kenngrößen des Modells, wie Schwerpunktabstände, Drehmassen usw. müssen anhand von Messungen am realen System ermittelt werden können.
- Die Turngeräte müssen mit Meßgeräten versehen werden, ohne daß ihre elastischen Eigenschaften verändert werden.
- Es müssen die Optimierungskriterien gefunden werden, nach denen der Turner seinen Bewegungsablauf optimiert.

Schrifttum

Hochmuth, Gerhard: Biomechanik sportlicher Bewegungen, 2. Auflage, Sportverlag Berlin 1971

Meinel, K.: Bewegungslehre, Volk und Wissen, Berlin 1966

Oppelt, Winfried: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge, 5. Auflage, Verlag Chemie, Weinheim (1972)

Röthig, Peter: Sportwissenschaftliches Lexikon, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf bei Stuttgart, 1972

Schmidt, R.: Mechanik einer Turnübung, die Riesenfelge am Reck, Praxis der Leibesübungen, 1961, Heft 12

Ungerer, Dieter: Zur Theorie des Sensomotorischen Lernens, 2. Auflage, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf bei Stuttgart, 1973

Volpert, Walter: Sensomotorisches Lernen, Training und Beanspruchung Band 1, 2. Auflage, Wilhelm Limpert Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 1973

Der Beitrag ist eine überarbeitete Fassung des Vortrages, den der Verfasser auf dem 8. Werkstattgespräch der Arbeitsgruppe Kybernetik der GPI am 21.6.1975 in Darmstadt gehalten hat.

Eingegangen am 15. Juli 1975

Anschrift des Verfassers:

Dr.-Ing. Wilhelm-Ludwig Bauer, Institut für Regelungstechnik der Technischen Hochschule Darmstadt, 61 Darmstadt, Schloßgraben 1

Lehr-Wirkungsgrad und Lernzeit

von Helmar FRANK, Paderborn

aus dem FEoLL-Institut für Kybernetische Pädagogik (Direktor: Professor Dr. Helmar Frank)

1. *Problemstellung*

Bei der Vorausabschätzung des Lernaufwands wurden bisher in der kybernetischen Pädagogik zwei unterschiedliche Verfahren angewendet:

(1) Bei der *Zeitbedarf*schätzung ging die kybernetische *Lehrplanungstheorie* davon aus, daß die erforderliche Lernzeit mindestens gleich der geforderten didaktischen Transinformation dividiert durch die Lerngeschwindigkeit C_v ist (vgl. z.B. Frank/Meder, 1971, S. 147).

(2) Bei der Bestimmung der erforderlichen *Wiederholungszahlen* ging die kybernetisch orientierte *Didaktik* von einem probabilistischen Lernmodell aus, nach welchem bei jedem Lernanlaß mit einer (vermutlich mit der Auffälligkeit zusammenhängenden) Wahrscheinlichkeit a gelernt wird; die Zahl der erforderlichen Wiederholungen w bis der Lernerfolg mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens p^{soll} eingetreten ist, steigt dabei unbeschränkt mit p^{soll} (vgl. z.B. Frank/Frank-Böhringer, 1971).

Zwischen den beiden Ansätzen war bisher kein theoretisch befriedigender und praktisch auswertbarer Zusammenhang gefunden worden. Dies soll im folgenden geschehen. Dadurch werden auch früher ermittelte Wirkungsgradunterschiede bildungstechnischer Verfahren (vgl. Frank, 1974) weitgehend theoretisch begründbar.

2. *Aufstellung einer informationstheoretischen Lernfunktion*

Der Lehr- bzw. Lernstoff L besitze für einen Lerner ohne Vorkenntnisse den Informationsgehalt I, für einen Lerner mit den Vorkenntnissen $I(0)$ den Informationsgehalt $I - I(0)$.– $I(0)$ sei nicht (leicht) von L abtrennbar, so daß von Anfang an beim Lernen mit einem Zeitverlust für die Wiederholung von schon Bekanntem zu rechnen ist. (Die informationelle Akkomodation wird für den folgenden ersten Ansatz als abgeschlossen betrachtet bzw. vernachlässigt.)

L bestehe aus m Lernelemente mit dem (durchschnittlichen) Informationsgehalt I/m. L wird während der Lernzeit in ästhetische Information ($I_ä \geq 0$) eingebettet apperzipiert; sie sei gleichmäßig auf die m Elemente verteilt; ein Teil wird mitgelernt, so daß nur der Teil $\eta \cdot C_v$ der Lernkapazität auf L fällt. Da mit der Geschwindigkeit C_k apperzipiert und nur Apperzipiertes gelernt wird, finden pro Zeiteinheit

(1) $$v = C_k : \frac{I + I_ä}{m}$$

relevante (d.h. L betreffende) Lernanlässe statt. Anders ausgedrückt: In jeder Zeiteinheit wird v mal eines der m Lernelemente apperzipiert und dabei *möglicherweise* gelernt.

Nach der Zeit $t \geqslant 0$ sind irgendwelche m_t der m Lernelemente ins Gedächtsnis aufgenommen, also jedes davon mit der (mittleren) Wahrscheinlichkeit

(2) $$p_t = \frac{m_t}{m}$$

Vorausgesetzt, der durchschnittliche Informationsgehalt der schon gelernten Elemente weicht nicht (wesentlich) von I/m ab, ist also bis zum Zeitpunkt $t \geqslant 0$ über I schon

(3) $$I(t) = m_t \cdot \frac{I}{m} = p_t \cdot I$$

gelernt. Falls alle m Lernelemente innerhalb des apperzipierten Informationsflusses gleichmäßig verteilt sind, fallen von den $t \cdot v$ bis zum Zeitpunkt t eingetretenen Lernanlässen auf jedes Element etwa gleichviele, nämlich

(4) $$n = \frac{t \cdot v}{m} = \frac{C_k}{I + I_ä} \cdot t$$

Mit der Wahrscheinlichkeit a werde jedes solche Element bei einem einmaligen Anlaß gelernt, d.h. es befindet sich nach der Zeit t – also nach $n \geqslant 0$ Anlässen – mit der Wahrscheinlichkeit

(5) $$p_t = p(n) = 1 - (1 - p_o) \cdot (1 - a)^n$$

im Gedächtnis (falls vom Vergessen abgesehen werden kann). Damit p_t in (2;3) und in (5) gleichbedeutend ist, muß a in (5) als eine *mittlere* Lernwahrscheinlichkeit (aber nicht unbedingt als arithmetischer Mittelwert!) gedeutet werden. Dann folgt aus (3), (4) und (5)

(6) $$I(t) = I \cdot \left(1 - (1 - p_o) \cdot (1 - a)^{\frac{C_k}{I + I_ä} \cdot t}\right)$$

Falls die volle Lernkapazität C_v für L ausgenutzt wird, also $I_ä = 0$ und $p_o = 0$ ist (was man z.B. bei den Lernversuchen von Ebbinghaus unterstellt), muß die zeitliche Ableitung von $I(t)$ für $t = 0$ gerade C_v sein. Mit diesem Ansatz erhält man durch Differenzieren und Auflösen nach a aus (6) als eine mittlere Lernwahrscheinlichkeit

(7) $$a = 1 - e^{-C_v/C_k}$$

und nach Einsetzung in (6) die informationstheoretische Lernfunktion

(8) $$p_t = \frac{I(t)}{I} = 1 - (1 - p_o) \cdot e^{-\frac{C_v}{I + I_ä} \cdot t}$$

(Findet in der Anfangszeit noch informationelle Akkomodation statt, ohne daß dies bei der Berechnung von $I(t)$ berücksichtigt wird, dann beginnt die zu erwartende Lernkurve offenbar mit zunächst positiver Beschleunigung.)

Daß nach (7) a lediglich von C_v / C_k abhängen soll, kann (1) dadurch gerechtfertigt werden, daß es sich nur um einen *mittleren* Wert handelt, (2) aber dadurch, daß es die Lernwahrscheinlichkeit bei einem *inneren* Anlaß (Auswahlakt) ist. Ein einziges äußeres Angebot kann eine – z.B. motivationsabhängige – Zahl R innerer Anlässe bewirken. (7) geht in die Formel für die Lernwahrscheinlichkeit pro Angebot über, wenn der Exponent mit R multipliziert wird.

3. *Lernzeit, Wirkungsgrad und Lehrzieloptimierung*

Soll L zu einem Prozentsatz $p_t = p^{soll}$ gelernt werden, dann erhält man durch Auflösung von (8) nach t die erforderliche Lernzeit

(9) $$t = \frac{I \cdot (1 + I_ä / I)}{C_v} \cdot \ln \frac{1 - p_o}{1 - p^{soll}}$$

Der Wirkungsgrad η gibt an, wieviel Prozent dieser Zeit bei Vollausnutzung von C_v für L, also bei $I_ä = 0$, nötig wäre:

(10) $$\eta = \frac{1}{1 + \frac{I_ä}{I}}$$

mit anderen Worten: auch ein Lerner mit der geringeren Lerngeschwindigkeit $\eta \cdot C_v$ würde dasselbe Ziel in derselben Zeit erreichen können, falls bei seinem Lernen $I_ä = 0$ wäre. Es gilt daher

(11) $$t = \frac{I}{\eta \cdot C_v} \cdot \ln \frac{1 - p_o}{1 - p^{soll}} = \frac{I}{\eta \cdot C_v} (p^{soll} - p_o) \cdot (1 + \frac{p_{soll} + p_o}{2} + ...)$$

(Die bei Frank/Meder, 1971, S. 147 vorgeschlagene Faustformel führt also auf zu kleine, nur für kleine p^{soll} und p_o näherungsweise richtige Zeitwerte).

Die lehrplantheoretische Frage nach dem festzusetzenden Zielwert p^{soll} für die m Elemente von L, wenn diese später voraussichtlich N mal benötigt werden, wenn ihr erfolgreiches Gelernthaben jeweils den Zeitgewinn g bringt und wenn durch Lernen ein maximaler Zeitgewinn erreicht werden soll, läßt sich aus (11) mit der bei Frank und Frank-Böhringer (1971) bzw. Frank und Meder (1971, S. 165f.) vorgeführten Schlußweise nun theoretisch präziser beantworten:

$$p^{soll} = 1 - \frac{I}{\eta \cdot C_V \cdot N \cdot g} \tag{12}$$

(Wo nicht dieses $p^{soll} > p_o \geqslant 0$ ist, ist Lernen nicht zeitökonomisch.)

4. *Ermittlung von Wirkungsgraden einiger Lehrsysteme*

Mittels (11) kann der nach (10) von p^{soll} und p_o unabhängige Wirkungsgrad η im Prinzip unschwer empirisch durch Messung von t, I, C_V, der prozentualen Vorkenntnis p_o und der erreichten prozentualen Schlußkenntnis p_t (= p^{soll}) für beliebige Lehrsysteme BM, Lehrstoffe L, Adressaten P und Umweltbedingungen S ermittelt werden. Bis solche aufwendigen Messungen vorliegen, können wir vorläufige Richtwerte aus den bereits durchgeführten Vergleichsuntersuchungen (vgl. Frank, 1974) erschließen. Dort wurde aber nur ein *scheinbarer* „absoluter Wirkungsgrad" η^* (bei Frank/Meder, 1971, S. 146 als „didaktischer Wirkungsgrad d" bezeichnet) ermittelt; seine Definition lautet:

$$\eta^* = \frac{I(t) - I(o)}{t} : C_V \tag{13}$$

Mit (3) und (9) erhält man daraus

$$\eta^* = \eta \cdot \frac{p_t - p_o}{\ln(1-p_o) - \ln(1-p_t)} \tag{14}$$

d.h. bei konstantem η nimmt η^* desto mehr ab, je größer die Vorkenntnis p_o und der erreichte Endwert p_t sind (in Bild 1 ist die Umrechnungsfunktion η^*/η vertafelt). Damit beginnt sich die Paradoxie des verhältnismäßig *schlechten* scheinbaren „absoluten Wirkungsgrades" η^* eines Mediums mit besonders *hoher* Lehrwirksamkeit (vgl. Frank, 1974, Bild 3) aufzuklären.

Für *zwei* Lehrsysteme, welche in die zitierten Vergleichsuntersuchungen einbezogen wurden, sind p_o und p_t – und damit nach (14) aus η^* auch η – ermittelbar, nämlich für die Vorlesung und für die audiovisuelle Klassenschulung mit Robbimat. Beidesmal wurden Vorkenntnis und Schlußkenntnis als Zeugniswerte Z veröffentlicht (vgl. Frank, Hoepner, Winguth, 1970; Seipp, 1972). Da aber diese proportional zum jeweiligen Kenntnisumfang p sind (vgl. Frank, 1972, S. 36ff.), können wir p_o und p_t berechnen:

HOMO KAJ INFORMO

Komuna resumaro de diverslingvaj sciencaj revuoj

Kajero 3
Jaro 1975

Partoprenas ĝis nun :

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft (GrKG), Schroedel, D-3 Hannover-Döhren, Postfach 260620 (F. R. Germanujo)

Lenguaje y Ciencias, Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Revista de Pedagogia Cibernetica e Instruccion Programada Universidad Nacional de Trujillo (Peruo)

Sirkulare de Intal, E. Weferling, Jasper-Allee 72, D-33 Braunschweig, (F. R. Germanujo)

Tudományos é műszaki tájékoztatás, Budapest VIII, Reviczky utca 6 (Hungarujo)

Bulletin de UCODI, Centre Imago, Celestijnenlaan 200 c, 3030 Heverlee, (Belgujo)

Információ-Elektronika, Statisztikaj Kiadó c/o T. Vasko, H-1181 Budapest, Hosszúház u. 23 (Hungarujo)

Cybernetica, Revue de l'Association International de Cybernétique, Place André Rijckmans, Namur (Belgujo)

Revista Brasileira de Teleducação, Avenida Erasmo Braga 227, grupo 310, Rio de Janeiro (Brazilo)

Kybernetik und Bildung, Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren, D-479 Paderborn, Rathenaustr. 69 (F.R. Germanujo)

Redakcio :
Institut für Kybernetik
S-rino B. Frank-Böhringer
D-479 Paderborn
Riemekestraße 62
F. R. Germanujo

La resumoj estas skribitaj de la aŭtoroj mem kaj tradukitaj poste

LÁNSKÝ, M.: L´informatique educationelle - Une approche systématique de l´application de l´ordinateur dans l´éducation (Klerig-informadiko, sistema vojo por apliki la detumilon (komputilon) en la klerigada kampo) en: UCODI-raporto n-ro 7, aŭgusto 1975, p. 8 - 11

Post la analizo de la nocioj "klerigo" kaj "informadiko" oni karakterizas "klerig-informadikon" jene: Klerig-informadiko okupiĝas pri sistem-teoriaj esploroj de unuopaj komponentoj (strukturoj kaj procezoj) en la klerigada kampo kun la celo, evolui objektivigitajn simulad-sistemojn (programitan harton) helpe de formalaj simulad-modeloj. Originaj komponentoj en la klerigada kampo tiam estas anstataŭataj per tiuj ĉi "protezoj". Aplikeblecojn de la detumilo en la

klerigada kampo oni kategorias laŭ 12 vidpunktoj, kies sistemstrukturoj estas distingitaj unuflanke per la nocioj mikroŝtupo, interŝtupo, makroŝtupo, aliflanke per la praktiko-nocioj objekto, subjekto kaj ties "instrumentoj".
Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. M. L., D-479 Paderborn, Dörener Weg 2
Esperanto-traduko de H. Behrmann, Paderborn.

SCHMID, Wolfgang: Zum Stellenwert der Kybernetik in der Lehrerbildung (Pri la rolo de kibernetiko en la porprofesia instruado de instruistoj) en: GrKG 15/4, p. 97 - 102.

La konfronto de kibernetiko kaj pedagogio transiros en kunlaboron tiam kaj nur tiam, kiam la kibernetiko scipovos fari kalkuligojn, kiuj 1. prezentas leĝecojn de procezoj intersubjekte kontroleblaj kaj 2. ofertas eblojn por povi ankaŭ apliki la leĝon en konkreta kazo, kaj kiam la pedagogio scipovos 1. priskribi reciproke unusence la fenomenojn kaj 2. ofertas eblojn kiuj ekkonatigas la intencon de la prifenomena analizo. La motivado de la kibernetika pedagogio par Helmar Frank montras per ĝia eko la "konstruplanon" por la "ponto" inter kibernetiko kaj pedagogio kaj prezentas tiel samtempe la kondiĉon por la eblo de science certigita porprofesia instruado de instruistoj.
Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. W. S., 2392 Glücksburg, Flensburger Str. 22
Esperanto-traduko: Institut für Kybernetik, 479 Paderborn.

POLÁK, Vlastimil: Zu der Untersuchung des Schwierigkeitsgrades von Explanationen (Pri esploro de la grado de malfacilo de eksplanacioj (= eksplikoj, difinoj; rimarko de la tradukinto)) en: GrKG 15/1, p. 13-20

La metodo evoluigita par la aŭtoro ebligas atribui per detumila (komputora) programo al ĉiu estanta eksplanacio gradon de malfacilo. En la modelo oni estas elirinta de la ĝeneralaj leĝecoj estantaj inter la malfacilo de la taskoj kaj la formado de supersignoj. Por trovi ilin kvalite, malfacilo de nocio estis rilatigata al ties loko en la koncerna strukturgrafikaĵo kaj estis deduktata el la nocistrukturo helpe de la mezuro evoluigita par la aŭtoro por la informenhavo de supersignoj.
Adreso de la aŭtoro: Dr. V. P., 479 Paderborn, Harbortweg 9
Esperanto-traduko: Institut für Kybernetik, 479 Paderborn.

ZIERER, Ernesto: Sobre el valor de sorpresa y el valor de llamatividad de los elementos léxicos en el lenguaje retórico (Pri la valoro de surprizo kaj la valoro de frapado de la leksikaj elementoj en la retorika lingvo) en: Lenguaje y Ciencias 14/3, 1974, p. 127-132.

Du leksikaj elementoj (aŭ pli) povas enhavi la egalan kvanton da informo (mezurebla en bitoj) sed surprizi la aŭskultanton diversgrade - laŭ la aro da probabloj en la kampo de aperonteblaj elementoj. Estas montrita la kalkuleblec o de la tiel nomata surprizvaloro de leksikaj elementoj. Alia eco de leksikaj elementoj estas iliaj tiel nomataj frapadvaloro, kiu kalkuliĝas surbaze de la aper-

BREVE GRAMMATICA DE INTERLINGUA

I.—Articulo *. . . le puncto . . . le melodia . . . le matre . . . le patre . . . le animal . . . le animales . . . un puncto . . . del melodi.. . . . al error . . . al errores . . . de un puncto . . . in l. melodia . . . un matre . . . un patre . . . un animal . .*

Le ARTICULO DEFINITE es *le* in omne casos (sin distinction de genere o numero). Con le prepositiones *de* e *a* precedente lo, illo se funde in le formas *del* e *al*. Le ARTICULO INDEFINITE es *un* (etiam sin distinction de genere).

II.—Substantivo *. . . le melodia—le melodias . . . un generation—duo generationes . . . un artichoc—tres artichoches . . . le zinc—zinc inferior e zinc superior—duo zinches . . .*

Le PLURAL del substantivos se termina in *-s* o (post consonantes) in *-es*. Un *-c* final del singular appare como *-ch-* in le plural.

III.—Adjectivo *. . . le brave soldato . . . le brave soldatos . . . un brave matre . . . brave matres . . . Le stupide persona face stupide errores . . . Stupide personas face le stupide error de reguardar se como intelligente . . . un puncto interessante . . . Le punctos es interessante . . .*

Le ADJECTIVO es invariabile. Su forma non indica concordantia con le substantivo o pronomine modificate per illo. Su position es post o ante le substantivo a que illo pertine.

IV.—Adverbio *. . . un grande exaggeration . . . grandemente exaggerate . . . un recente acquisition . . . recentemente acquirite . . . un interpretation extrememente interessante . . . un impossibilitate physic . . . physicamente impossibile . . . Le littera es confuse . . . Le littera es scribite confusemente . . .*

ADVERBIOS es derivate de adjectivos per medio de adder *-mente* o (post un *-c* final) de *-amente*.

V.—Comparation. . . *interessante . . . plus interessante . . . le plus interessante . . . frequentemente . . . minus frequentemente . . . le minus frequentemente . . . Un lingua es tanto interessante como un altere . . . Nostre grammatica es plus breve que nostre dictionario . . . Inter su amicos ille es le plus interessante . . . Ille es su amico le plus interessante . . .*

Le grado COMPARATIVE de adjectivos e adverbios es exprimite per *plus*, le grado SUPERLATIVE per *le plus*. Grados de inferioritate es similemente exprimite per *minus* e *le minus*.

VI.—Pronomine Personal, Adjectivo Possessive

	PRONOMINES PERSONAL				POSSESSIVOS	
Persona	*Caso Subjective*	*Objecto de Prep.*	*Caso Objective*	*Reflexivo*	*Ante le Nomine*	*Forma Complete*
1me *singular*	io	——	me	——	mi	mie
1me *plural*	nos	——	——	——	——	nostre
2nde *singular*	tu	——	te	——	tu	tue
2nde *plural*	vos	——	——	——	——	vostre
3tie *sing.* *m.*	ille	——	le	se	su	sue
3tie *sing.* *f.*	illa	——	la	|	|	|
3tie *sing.* *n.*	illo, il	——	lo	|	|	|
3tie *plur.* *m.*	illes	——	les	|	lor	lore
3tie *plur.* *f.*	illas	——	las	|	|	|
3tie *plur.* *n.*	illos	——	los	|	|	|

Le PRONOMINES PERSONAL, excepte le prime e secunde persona plural, ha duo distincte formas usate respectivemente como subjecto e objecto (tanto ben directe como etiam indirecte). In omne tertie personas le formas subjective funge etiam como objectos de prepositiones. — *Io vos connecte con ille.*

Le ADJECTIVOS POSSESSIVE, excepte in le prime e secunde persona plural, ha formas con e sin *-e* final. Le plus breve formas occurre immediatemente ante le substantivos modificate per illos. In uso pronominal le formas plus longe es le sol correcte. — *Ille ha lor adresse e le mie.*

VII.—Verbo . . . *dominar . . . publicar . . . resider . . . repeter . . . punir . . . repentir . . . Conjugar verbos es facile . . . le conjugar (=conjugation) del verbo . . . publicante . . . residente . . . puniente . . . repentite . . . le dictionario publicate le anno passate . . . le influentia predominante . . . io, tu, ille,* etc. *ama, amava, ha amate, habeva amate,* etc.

Le VERBO ha un infinitivo que se usa etiam como substantivo e duo participios (presente e passate) que se usa etiam como adjectivos. In su conjugation il non ha terminationes personal sed un complete serie de tempores (presente, passato, perfecto, plusquamperfecto, futuro, conditional) tanto ben active como passive. Illo ha un imperativo sed nulle conjunctivo (excepte *sia* de *esser*).

TABULA COMPLETE DEL FORMAS VERBAL

Presente (Passato, etc.)		
	Infinitivo	cre a r
	Participio Pres.	cre a nte
	Participio Pass.	cre a te
	Imperativo	cre a !
io cre a (cre a va, *etc.*)	*Presente Active*	io (tu, *etc.*) cre a
tu cre a (cre a va, *etc.*)	*Passato Active*	io (tu, *etc.*) cre a va
le homine cre a (cre a va, *etc.*)	*Futuro Active*	io (tu, *etc.*) cre a r a
ille cre a (cre a va, *etc.*)	*Conditional Act.*	io (tu, *etc.*) cre a r ea
le femina cre a (cre a va, *etc.*)	*Perfecto Active*	io (tu, *etc.*) ha cre a te
illa cre a (cre a va, *etc.*)	*Plusquamperf. Act.*	io (tu, *etc.*) hab e va cre a te
le fortia cre a (cre a va, *etc.*)	*Futuro Perf. Act.*	io (tu, *etc.*) hab e r a cre a te
illo cre a (cre a va, *etc.*)	*Cond. Perf. Act.*	io (tu, *etc.*) hab e r ea cre a te
nos cre a (cre a va, *etc.*)	*Presente Passive*	io (tu, *etc.*) es cre a te
vos cre a (cre a va, *etc.*)	*Passato Passive*	io (tu, *etc.*) ess e va cre a te
le homines cre a (cre a va, *etc.*)	*Futuro Passive*	io (tu, *etc.*) ess e r a cre a te
illes cre a (cre a va, *etc.*)	*Conditional Pass.*	io (tu, *etc.*) ess e r ea cre a te
le feminas cre a (cre a va, *etc.*)	*Perfecto Passive*	io (tu, *etc.*) ha ess i te cre a te
illas cre a (cre a va, *etc.*)	*Plusquamp. Pass.*	io (tu, *etc.*) hab e va ess i te cre a te
le fortias cre a (cre a va, *etc.*)	*Fut. Perf. Pass.*	io (tu, *etc.*) hab e r a ess i te cre a te
illos cre a (cre a va, *etc.*)	*Cond. Perf. Pass.*	io (tu, *etc.*) hab e r ea ess i te cre a te

a.) INFINITIVOS se termina in *-r* precedite per *-a-*, *-e-*, o *-i-*.

b.) PARTICIPIOS PRESENTE se termina in *-nte* precedite per le ultime vocal del infinitivo correspondente, excepte que *-i-* es cambiate in *-ie-*.

c.) PARTICIPIOS PASSATE se termina in *-te* precedite per le ultime vocal del infinitivo correspondente, excepte que *-e-* es cambiate in *-i-*.

d.) Le varie TEMPORES usa le mesme forma pro omne personas tanto ben singular que plural. Le pronomine subjecto non pote esser omittite, excepte in certe idiomatic constructiones impersonal.

e.) Le PRESENTE non ha desinentias special e se termina in le ultime vocal del infinitivo correspondente; le verbos *esser, haber, vader* ha un presente simplificate que consiste del prime syllaba del infinitivo. *Esser* ha un exceptional conjunctivo del presente, *sia,* e un optional plural presente, *son.*

f.) Le IMPERATIVO es identic con le presente regular sed non usa pronomines subjectos.

g.) Le PASSATO se termina in *-va* precedite per le ultime vocal del infinitivo correspondente.

h.) Le PERFECTO e le PLUSQUAMPERFECTO es formate con le auxiliar *haber* in le presente e le passato respectivemente plus le participio passate del verbo principal.

i.) Le FUTURO se termina in *-a* accentuate (sin signo de accentuation) precedite per le integre infinitivo; le CONDITIONAL se termina in *-ea* precedite per le integre infinitivo. Extra le typo *io creara,* il existe etiam le futuro *io va crear.*

k.) Le tempores del PASSIVO es formate con le auxiliar *esser* in le tempore requirite plus le participio del verbo principal.

VIII.—Orthographia e Pronunciation.—Le litteras es illos del alphabeto standard roman sin signos de accentuation o altere diacriticos. Le pronunciation, in general, es "classic" (vocales como in espaniol, italiano, germano moderne; *c* ante *e, i, y,* como *s* o *ts,* in altere casos como *k; th* como *t; ph* como *f;* etc.). Le accentuation es "natural." Le plus frequentemente le accento cade super le vocal precedente le ultime consonante.

Le presente synopse se basa super le grammatica de interlingua publicate per International Auxiliary Language Association (IALA) in 1951. Le obras fundamental de IALA, *Interlingua-English Dictionary* e *Interlingua Grammar,* es in vendita per le firma editorial Fred. Ungar Publishing Co., New York.

Information Interlingua, Juvelvej 25, DK-5000 Odense, Danmark.
Servicio de Libros UMI, Lage Bergweg 21, Beekbergen, Nederland.

ofteco de tiuj surprizantaj elementoj. La ekzemploj estas elektitaj el la politika lingvo.

Adreso de la aŭtoro: Universidad Nacional de Trujillo/Peru, Apartado 315
Esperanto-traduko de H. Frank, 479 Paderborn.

OPPELT, Winfried: Über Begriff und Einteilung von Lernvorgängen aus der Sicht des Ingenieurs (Pri nocio kaj divido de lernprocezoj vide de inĝeniero) en: GrKG 16/3 (1975) p. 65 - 78

Traktatas nur la lernado de movtipoj. Ĉi tiu dividatas en tri partojn:

1. Regado de la movo de korpaj moveblaĵoj. Tio estas simpla reguladcirkvito, kies ĝusta parametrado senkonscie lernatas dum infaneco.
2. Stabiligo de multera (meĥanika) sistemo (ekzemple regado de veturilo, ĵonglado). Ĉi-okaze ekestas observebla lernprocezo. Ĝi eksplikatas per simulaj modeloj kaj blokaj konektoskemoj kaj ĝi montriĝas kiel serĉado de la "ĝustaj" regulilaj koeficientoj.
3. Lernado de procedprogramoj. Ĝi prezentas palpa reguladprocezo iranta esence en la determanta interno de la homo kun kontribuo de la tieaj memorujoj.

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr.-Ing. W. O., D-61 Darmstadt, Schloßgraben 1
Esperanto-traduko: Institut für Kybernetik, 479 Paderborn.

SCHREIBER, Alfred: Eine Bemerkung über abgeschlossene Wortmengen (Rimarkigo pri fermitaj vort-ensembloj) en: GrKG 16/2, p. 61 - 63

W estu operatoro, kiu kunordigas vort-ensemblojn al vort-ensembloj. Ensemblo $\mathfrak{M}$ de vortoj nomiĝu fermita sub W, se validas $W(\mathfrak{M}) \subseteq \mathfrak{M}$. Estu $V(\mathfrak{M}) \bigcup_{n<\omega} \mathfrak{M}^n$ (ω=ensemblo de la naturaj nombroj laŭ la difino de von-Neumann). Per tio oni difinas al donita alfabeto $\mathfrak{A}$ rekursive super la kampo de la ordinalaj nombroj:

$$V^{\alpha}(\mathfrak{A}) = \begin{cases} \mathfrak{A} & \text{se } \alpha = 0 \\ V^{\beta}(\mathfrak{A}) \cup V(V^{\beta}(\alpha)) & \text{se } \alpha = \beta + 1 \\ \bigcup_{\beta<\alpha} V(\mathfrak{A}) & \text{se } \alpha = \text{limesnombro} \end{cases}$$

Ĉiu $V^{\alpha}(\mathfrak{A})$ nomiĝas vort-hierarkio super $\mathfrak{A}$. Alfabeto $\mathfrak{A}$ nomiĝas normala, se

$$\mathfrak{A} \cap V(V^{\alpha}(\alpha)) = \emptyset \text{ por ĉiu } \alpha < \omega .$$

Por normalaj alfabetoj $\mathfrak{A}$ validas la teoremo: $V^{\omega}(\mathfrak{A})$ estas la sola sub V fermita vort-hierarkio. Por kampo $\mathfrak{A}$ de objektoj oni povus interpreti la figuraĵojn el $V(\mathfrak{A})$ kiel "reflektadoj" al la individuoj el $\mathfrak{A}$. Ĉe tiu kompreno $V^{\omega}(\mathfrak{A})$ reprezentas specon de "sfero de ĉiuj reflektadoj". Notinda estas la fakto, apud la nombreblo de tiu ĉi sistemo, ke ĝia "fermiteco" kontraŭ al novaj "reflektadoj" estas precizigenda sur la bazo de la pruvita teoremo.

Adreso de la aŭtoro: Pädagogosche Hochschule Rheinland, Abt. Neuss, Seminar für Didaktik der Mathematik, 404 Neuss, Humboldtstr 2
Esperanto-traduko de Hermann Behrmann, Paderborn.

WELTNER, Klaus: Über ein Verfahren zur Bestimmung der optimalen Reihenfolge für Lehrstoffanordnungen (Pri metodo por destini la optimuman sinsekvon en la lernmateriala aranĝado) en: Kybernetik und Bildung I, p. 104 - 113.

Estas pritraktata la problemo de la sinsekvo en la prezentado de instrumaterialaj elementoj. Apud la konata prikonsidero de logikaj restriktoj estas enkondukata la prikonsidero de lernsimpligo kaj lernmalhelpo inter najbaraj instrumaterialaj elementoj. Per laŭpara komparado inter ĉiuj laŭeble sinsekvaj elementoj estas akireblaj ĉiuj prikonsiderendaj donitaĵoj. La el tio akirebla optimuma sinsekvo maksimumigas la sumon de la lernfaciligo. La problemo estas reduktebla al variaĵo de "Travelling Salesman". Ĉe kio aldone estas prikonsiderataj la logikaj restriktoj. Estas evoluigata kaj indikata solvo-procedo, kiu povas esti alkalkulata al la grupo de la"Branch-and-Bound-modelo".

Adreso de la aŭtoro: Prof. Dr. K. W., 6200 Wiesbaden, Taunusstr. 63B
Esperanto-traduko: Walter F.J. Walther, D-8641 Schmölz.

KORNWACHS, K. /von LUCADOU, W.: Beitrag zum Begriff der Komplexität (Pri la kontribuo de la kompleksec0) en: GrKG 16/2, p. 51 - 60

Proponatas mezuro de kompleksec0, kiu kalkuleblas el strukturo de sistemo, se konatas nombro kaj kiao de la eroj kaj ties kunigoj. Difinatas la struktura densec0 de la unuopaj superkuniĝaĵoj $S_{sup\,i}$ kaj de la tutsistemo S_{ganz}. Tiel la grado de kompleksec0 indikatas per

$$C = \left[S_{sup\,h} \cdot \prod_{i=1}^{h-1} (S_{supi})^{-1} \right] / S_{ganz}$$

Por kolortelevidilo rezultas C = 8, por la mondtelefonaro jam $C = 4{,}10^9$. En kazo de kompleksaj sistemoj, kies strukturo estas ankaŭ argomento de la transiga funkcio, ekestas aĵoj havantaj la rangon havi ecojn de ecoj. Ili priskribendas en lingvo formulata per predikatlogikaĵoj de alteta ŝtupo. Pro tio tiaj sistemoj ne povas esti priskribataj komplete per unu regadsistemo, kio gvidas al limo de difinebleco.

Adreso de la aŭtoroj: D-78 Freiburg, Wilmersdorfer Str. 3
Esperanto-traduko: Institut für Kybernetik, D-479 Paderborn.

ATENTIGO POR LA AŬTOROJ

La leganto de via originala publikigaĵo memoros la postan tagon nur ankoraŭ parteton. La parteton, kiun vi taksas memorinda, formulu kiel vian resumon! Tiu-ĉi estu koncizaĵo de viaj novaj rezultoj - ne nur sciigo pri la problemoj solvitaj en la originala teksto ofte ne alirebla por la leganto!

La redakcio

(15) $p = Z / Z_{max}$

Die (nicht veröffentlichten) mittleren erreichbaren Maximalwerte Z_{max} konnten aus den Gewichten der Testaufgaben zu den zugrundegelegten 10 Lektionen nachträglich noch zu 1,383 für die Vorteste, 1,484 für die Schlußteste berechnet werden, so daß man aus $Z_o = 0{,}067$, $Z_t = 0{,}505$ (Vorlesung) bzw. $Z_o = 0{,}153$, $Z_t = 0{,}820$ (Robbimat) nach (15) als Wertepaar $(p_o; p_t)$ für die Vorlesung (0,048; 0,341) und für Robbimat (0,111; 0,554) erhält.

Aus den scheinbaren Wirkungsgraden η^* der beiden Lehrsysteme, nämlich 0,29 bzw. 0,49 (vgl. die tabellarische Zusammenfassung in der Kurzfassung von Frank, 1974, in Homo kaj Informo 1/1975, S. 12) erhält man mit (14) $\eta = 0{,}364$ für die Vorlesung, $\eta = 0{,}763$ für Robbimat.

Bei den in Frank (1974) ausgewerteten und miteinander verknüpften Vergleichsuntersuchungen wurden gewöhnlich unabhängig vom jeweiligen Vorkenntniswert die Verhältnisse der Schlußkenntnisse bestimmt und daraus die Lehrwirksamkeitswerte w (bezogen auf die Vorlesung) errechnet. Da wir nun für ein Lehrsystem p und w kennen, können wir daraus für jedes andere $p^{(M)}$ aus $\frac{w^{(M)}}{w}$ berechnen:

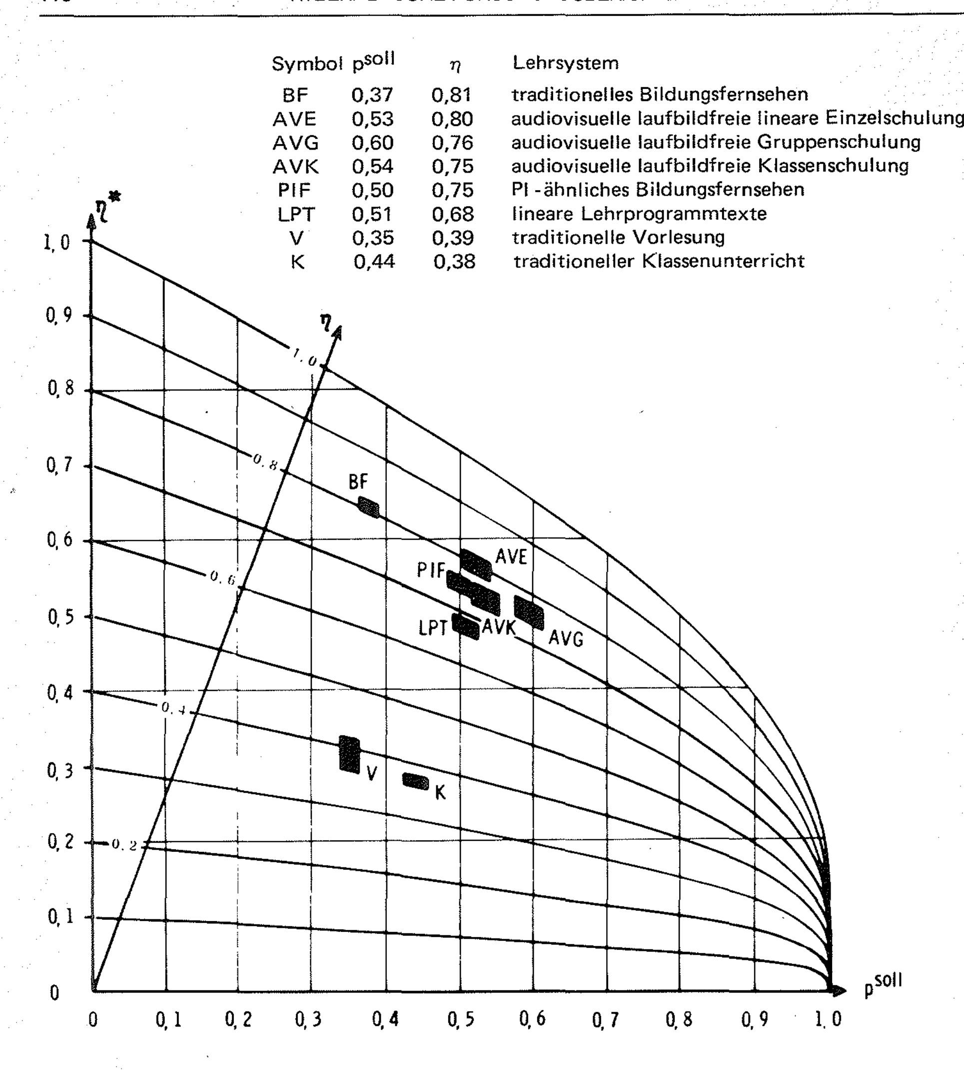
(16) $$\Delta p^{(M)} = \Delta p \cdot \frac{w^{(M)}}{w}$$

Wir setzen in Unkenntnis genauerer Werte für die gegenwärtige erste Orientierung einheitlich $p_o = 0{,}1$ bei allen betrachteten Vergleichsuntersuchungen voraus. Je nachdem, welches der beiden Bezugssysteme wir dann für die näherungsweise Berechnung von $p^{(M)}$ bzw. $\eta^{(M)}$ zugrundelegen, erhalten wir je zwei geringfügig voneinander abweichende Werte, die in Bild 2 zur Andeutung von Unschärfefeldern verwendet wurden.

Man kann dem Bild als Ergebnis entnehmen, daß die verschiedenen bildungstechnologischen Verfahren sich im tatsächlichen Wirkungsgrad höchstens geringfügig unterschei-

p_o \ p_t	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99
0	1	0,949	0,896	0,841	0,783	0,721	0,655	0,581	0,497	0,391	0,317	0,215
0,1	–	0,9	0,849	0,796	0,740	0,681	0,617	0,546	0,465	o,364	0,294	0,198
0,2	–	–	0,8	0,749	0,695	0,638	0,577	0,510	0,433	0,337	0,271	0,180
0,3	–	–	–	0,7	0,649	0,594	0,536	0,472	0,399	0,308	0,246	0,162
0,4	–	–	–	–	0,6	0,549	0,493	0,433	0,364	0,279	0,221	0,144
0,5	–	–	–	–	–	0,5	0,448	0,392	0,327	0,249	0,195	0,125
0,6	–	–	–	–	–	–	0,4	0,348	0,289	0,216	o,168	0,106
0,7	–	–	–	–	–	–	–	0,3	0,247	0,182	0,140	0,085

Bild 1: Werte der Funktion $\eta^*/\eta = \frac{p_t - p_o}{\ln(1-p_o) - \ln(1-p_t)}$



Symbol	p^{soll}	η	Lehrsystem
BF	0,37	0,81	traditionelles Bildungsfernsehen
AVE	0,53	0,80	audiovisuelle laufbildfreie lineare Einzelschulung
AVG	0,60	0,76	audiovisuelle laufbildfreie Gruppenschulung
AVK	0,54	0,75	audiovisuelle laufbildfreie Klassenschulung
PIF	0,50	0,75	PI-ähnliches Bildungsfernsehen
LPT	0,51	0,68	lineare Lehrprogrammtexte
V	0,35	0,39	traditionelle Vorlesung
K	0,44	0,38	traditioneller Klassenunterricht

Bild 2: Wirkungsgrade und erzielbare Lehrwirksamkeit verschiedener Lehrsysteme

den, daß sie aber den beiden traditionellen Formen des Direktunterrichts deutlich überlegen sind.

Es erscheint als wünschenswert und aussichtsreich, durch eine systematische Vergleichsuntersuchung möglichst ohne Variation des Lehrstoffs, Lehrziels und des Adressatenalters nach (11) die Wirkungsgrade wichtiger Medien und Lehrmethoden

unmittelbar zu bestimmen. Um zu einer möglichst guten Berechenbarkeit von I zu kommen, empfiehlt es sich, einer solchen Untersuchung den Plansprachunterricht zugrundezulegen.

5. *Anwendung in der Lehrplanung*

Die kybernetische Lehrplanungstheorie macht sowohl Aussagen über mögliche Zeit*folgen* der Lehrstoffteile als auch Aussagen über deren voraussichtlichen Zeit*bedarf.* Letzteres ist nach Formel (11) möglich. Soll beispielsweise für den Unterricht in der Plansprache Esperanto der Gesamtzeitbedarf voraus ermittelt werden, dann muß zunächst I bestimmt werden. Allgemein kann man für Sprachunterricht ansetzen:

$$I = I_{Grammatik} + I_{Wortschatz} + I_{Phonetik|Orthographie} \tag{17}$$

Wegen der streng lautgetreuen Schreibweise verschwindet bei Esperanto der dritte Summand. Der zweite kann aus der Zahl w der zu lernenden Wörter bzw. Wortwurzeln, dem (durch einen Ratetest bestimmbaren) mittleren syntaktischen Informationsgehalt pro Wort sowie aus dessen jeweiligem semantischem Informationsgehalt ld w ermittelt werden. Wegen des modularen Aufbaus der Plansprache Esperanto genügen hier ca. w = 2000 Wortwurzeln, womit sich der zweite Summand in (17) zu etwa 60 000 bit berechnet. Der Informationsgehalt der (besonders kurzen Esperanto-) Grammatik schließlich kann nach dem bekannten Verfahren von Weltner (1970) zu größenordnungsmäßig 10 000 bit bestimmt werden. Durch Einsetzung in (11) ermittelt man für 8jährige Schüler (C_v = 0,3 bit/sec) mit einer Vorkenntnis von p_0 = 10% und einem (sehr hohen!) Ziel p^{soll} = 75% bei einem halb traditionellen, halb audiovisuellen (Robbimatunterstützten) Klassenunterricht – also nach Bild 2 einem durchschnittlichen Wirkungsgrad um 0,57 – einen Zeitbedarf von 145,7 Vollstunden, d.h. 194 Unterrichtsstunden; das sind etwa zwei Schuljahre mit zwei Wochenstunden. – Für 21jährige Studenten (C_v = 0,7 bit/sec), bei denen aufgrund von Fremdsprachenkenntnissen mit p_0 = 50% gerechnet werden darf, berechnet sich für denselben Lehrstoff und denselben Wert p^{soll} aber unter Verwendung eines Lehrprogrammtextes (η = 0,68) ein Lernzeitbedarf von etwa 28 Stunden.

Beide Ergebnisse liegen in der Größenordnung der Erfahrungswerte, was zu genaueren Untersuchungen gerade in diesem Lehrstoffbereich ermutigt.

6. *Verbleibende Probleme für die Didaktik und die Informationspsychologie*

Die gegenwärtige Arbeit dürfte die in der Didaktik längst berücksichtigte Tatsache auch für die kybernetische Lehrplanungstheorie quantitativ erschlossen haben, daß nämlich eine Steigerung des Gesamtlernerfolgs (p_t) eine überproportionale Steigerung des Lernaufwandes erzwingt. Offen bleibt jedoch nach wie vor die didaktisch aber nicht lehrplantheoretisch bedeutsame Frage nach der erforderlichen Anzahl von Wieder-

holungen der einzelnen Lehrelemente, also nach der Lernwahrscheinlichkeit für diese. Gleichung (7) ermöglicht nur eine Aussage über einen mittleren Wert. Hängt die Lernwahrscheinlichkeit z.B. eines fremdsprachigen Wortes von dessen Auffälligkeit oder von seinem Informationsgehalt ab? Wie ist hier überhaupt $p(1)$ zu definieren: als Wahrscheinlichkeit des vollständigen Gelernthabens nach dem ersten Lernanlaß oder als prozentualer Abbau der zu lernenden Information?

Man wird wohl das bisherige Lernmodell durch eine Verknüpfung *zweier* Automaten erweitern müssen: Solange der bisher als Modell benutzte probabilistische Automat im Zustand „Ungelernt" ist, wird das äußere Verhalten von einem zweiten Automaten bestimmt, der das „unbewußte Lernen" darstellt, aufgrund dessen einem „dunklen Drange" folgend *allmählich* die Fehlerwahrscheinlichkeit beim Raten (also beim „intuitiven Verhalten"!) sinkt – vielleicht nach der gleichen Funktion, welche schon für die informationelle Akkomodation aufgestellt wurde (Frank, 1966, S. 86).

Schrifttum

Arbeiten, welche in den schon erschienenen ersten 5 Bänder der von B.S. Meder und W.F. Schmid herausgegebenen Quellensammlung „Kybernetische Pädagogik" (Kohlhammer, Stuttgart, 1973) nachgedruckt wurden, sind im folgenden durch * mit Angabe des Bandes gekennzeichnet.

Frank,H. (1966.A.2): Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren. In: Frank,H. (Hrsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Bd. 4. Stuttgart-München: Klett-Oldenbourg 1966, S. 70–112. *I

Frank,H. (1972.A.4): Vom Testen zum Prüfen. In: Institut für Kybernetik, FEoLL (Hrsg.): Prüfungsobjektivierung, 2. Paderborner Werkstattgespräch 25.–27.5.1972. Hannover/Paderborn: Schroedel und Schöningh 1972, S. 7–43. *I

Frank,H. (1974.A.1): Vergleichende Wertungen verschiedener Bildungsmedien und Didaktiken. GrKG 1974, Bd. 15, H. 1, S. 1–12 (vgl. auch GrKG 16/3, 1975, S.83–87).

Frank,H. und Frank-Böhringer,B. (1971.D.2): Zur Deduktion quantitativer Bildungsziele aus qualitativen Bildungswertungen. In: GrKG 1971, Bd. 12, H. 4, S. 110–112. *III

Frank,H.; Hoepner,I.; Winguth,H. (1970.D.2): Audiovisuelle Lehrmaschinenprogramme in der Hochschuldidaktik. In: Rollett,B.; Weltner,K. (Hrsg.): Perspektiven des programmierten Unterrichts. Wien: Österreichischer Bundesverlag 1970, S. 243–246. *III

Frank,H. und Meder,B. (1971.S.1): Einführung in die kybernetische Pädagogik. Deutscher Taschenbuchverlag, München, 1971, WR B. 4108, 204 S. *V

Seipp,W. (1972.B.1): Lehrschrittfragen und Testfragen bei hochschuldidaktischen Kybernetik-Lehrprogrammen. In: GrKG 1972, Heft 13, 135–138. *IV

Weltner,K. (1970.N.1): Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Quickborn: Schnelle, 1970.

Eingegangen am 15. Juli 1975

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Helmar Frank, 479 Paderborn, Brockhöfe 2

Notiz zur informationspsychologischen Deutbarkeit filmischer Einstellungslängen

von Herbert BIRETT, München

Die Untersuchung der Montagetechnik bei Filmen ergab, daß bei einer logarithmischen Zeitskala die Einstellungslängen normal verteilt sind.

Eine „Einstellung" im Film entspricht einem Kamerastandpunkt und dauert so lange, bis die Kamera einen anderen Standpunkt einnimmt. Wenn auch vom Bildinhalt beeinflußt, wird die Dauer hauptsächlich vom Regisseur oder Cutter bestimmt, der in den meisten Fällen intuitiv vorgeht. Die Länge kann genau festgestellt werden, da die Einstellungen mit wenigen Ausnahmen durch einen „harten Schnitt" begrenzt sind, d.h. die Bilder der benachbarten Einstellungen folgen unmittelbar aufeinander. Legt man die Sekunde (oder entsprechend 24 Bilder) als Einheit zugrunde und zählt die Häufigkeit für jedes Sekunden-Intervall aus, erhält man die Kurven 1a bzw. 1b, die für Filme vor bzw. nach etwa 1916 charakteristisch sind. Bestimmt man jedoch die Häufigkeit in den Intervallen $(2^n - 1;\ 2^n >$ für $n = 1,2, \ldots)$ – also die Verteilung über der logarithmischen Zeitachse – ergeben sich die Kurven (a) bzw. (b) von Bild 2.

Aus den Daten kann abgelesen werden, daß die Intervall-Längen etwa gemäß einer Lognormalkurve um einen Zentralwert streuen; der Zentralwert ändert seine Lage je nach Film. Seit etwa 1916 liegt er fast stets unter 10 Sekunden. Dies könnte mit der Spanne des Kurzspeichers, also mit der Gegenwartsdauer, zusammenhängen.

Die Deutung des Befundes einer logarithmischen Normalverteilung könnte aufgrund der Hypothese gelingen, auch die Zeitdauer würde vom Menschen nach einer logarithmischen Funktion empfunden – zumindest sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:
1. Der Proband muß vom bewußten „Zeitnehmen" abgelenkt sein.
2. Das Geschehen muß zeitlich strukturiert sein.
3. Die Untersuchung muß sich auf den Ablauf gleichartigen Geschehens beziehen.

Schließlich sei noch ein weiteres Ergebnis der Untersuchung erwähnt: In den meisten Filmen beträgt der Anteil einer ausgewählten Einstellungsgröße (z.B. „Detail", „Nah", „Totale") etwa 37%, wodurch, besonders bei den Einstellungen „Detail" oder „Totale", der Charakter des Filmes geprägt wird. 36,8% ist der in der Informationspsychologie und Informationsästhetik analysierte Prozentsatz maximaler Auffälligkeit (vgl. Frank 1959, Seite 45 ff., Riedel 1966).

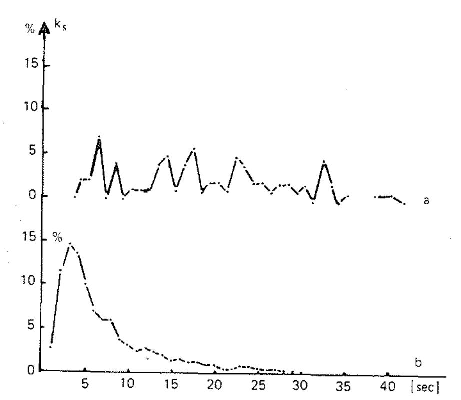


Bild 1: a. Das Geheimnis v. Chateau Richmond (1913)
b. Dr. Schiwago (1965)

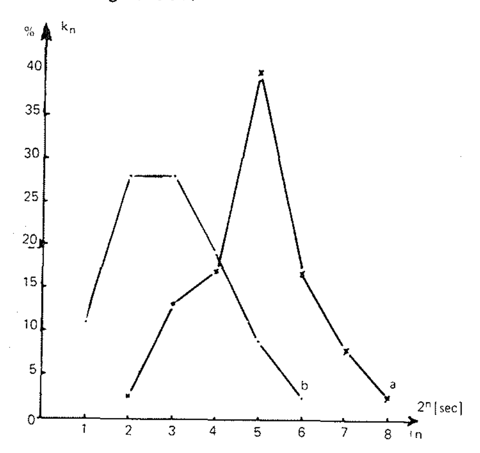


Bild 2

Schrifttum

Frank, H.: Informationsästhetik. Grundlagenprobleme und erste Anwendung auf die mime pure 1959 (Nachgedruckt in Meder/Schmid, Kybernetische Pädagogik, Bd. 5, Kohlhammer Stuttgart, 1975)

Riedel, H.: Untersuchung zum Auffälligkeitswert, GrKG 7/2 1966 (Nachgedruckt in Meder/Schmid, Kybernetische Pädagogik, Bd. 4, Kohlhammer Stuttgart, 1973)

Eingegangen am 7. August 1975

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geophys. H. Birett, 8 München 21, Veldener Str. 28

Informationstheoretische Grundlagen in Zusammenhang mit einem kommunikationsorientierten Werkunterricht

von Gerd JANSEN, Lüneburg

1. *Die Situation*

Mehr und mehr untersuchen Didaktiker ihre Unterrichtsinhalte und -gegenstände auf den Stellenwert für die menschliche Kommunikation. So kann man seit geraumer Zeit beobachten, daß einige Unterrichtsfächer sich zusätzliche Bezeichnungen anfügen: So gibt es

Deutschunterricht	verstanden als *Sprachliche Kommunikation*
Musikunterricht	verstanden als *Auditive Kommunikation*
Werkunterricht	verstanden als *Haptisch-Visuelle Kommunikation* und
Kunstunterricht	verstanden als *Visuelle Kommunikation.*

Die o.g. Fächer stellen sich somit selbst die Aufgabe, ihre Inhalte von einer neuen Perspektive zu betrachten, d.h. ein Analyse-Instrumentarium zu entwickeln, welches hilfreich bei der sachlichen und didaktischen Erschließung fachspezifischer Gegenstände ist.

Daß die „neue" Perspektive den Sachverhalt der Kommunikation erfaßt, läßt sich ein wenig an den Begriffen ablesen, die in der Literatur immer häufiger zu finden sind, wie z.B. Sender, Empfänger, Repertoire, Nachricht, Zeichen, Emission, Perzeption.

Allerdings kennzeichnen derartige Begriffe lediglich eine Klassifizierungsebene, die nur einen groben Zusammenhang aufzuzeigen vermag. Die Auseinandersetzung mit dem Zeichen — als spezielle Funktion von Materie — und ihren Kombinationen — als Prozeß und als statisches Ergebnis —, erfolgt vielfach, ebenso wie die Berücksichtigung der Interpretanten, überwiegend in beschreibender Form.

Der Rückgriff auf die entwickelten differenzierten Begriffsmöglichkeiten der Semiotik wird unter Umständen aus ideologischen Gründen deshalb gescheut, weil sie von der kybernetischen Wissenschaft zur mathematischen Objektivierung herangezogen wird. Dem Didaktiker erscheinen sie dadurch oft „lebensfern", unhandlich und für die schulpraktische Arbeit nicht brauchbar.

In der Tat orientieren sich die pädagogisch engagierten Kybernetiker mehr am Lernen mit Hilfe von Maschinen, als an allgemeinen schulpraktischen Phänomenen.

2. *Werkdidaktische Sachperspektive*

Was veranlaßt einen Werkdidaktiker, sich dennoch mit Grundbegriffen der Kybernetik zu befassen?

Das Fach Werken setzt sich im Rahmen seiner Tradition mit dreidimensionalen — also haptisch-visuell erfahrbaren — Gegenständen auseinander. Früher (1945 — nach dem 2. Weltkrieg) stellte man einfach schöne Dinge her, um sich ausschließlich an ihnen und dem eigenen Erfolg zu erfreuen. Die Grundlage für die damaligen didaktischen Überlegungen war das Verlangen nach einer „heilen Welt", die mit Hilfe musischen Tuns wiedergewonnen werden sollte.

Heute sind sich die Werkdidaktiker nur darin einig, daß wir auf eine andere Interpretation von Welt vorzubereiten haben.

Die Welt ausschließlich technisch zu deuten, erscheint allerdings ähnlich unzulänglich wie die musischen Ideen, wenn man sie an der derzeitigen Lebenswirklichkeit mißt. Wollen wir das Kennzeichen unserer Zeit im Vergleich zur Vergangenheit bestimmen, so müssen wir eher von einer Umwelt sprechen, die uns ständig neue Informationen liefert: über Gegenstände (die sind für den Werkdidaktiker von Interesse) und über andere Medien:
Wir leben in einer Informationsgesellschaft, in der nur der bestehen kann, wer die Zeichen beherrscht, die uns entgegentreten.

3. *Der Zusammenhang zwischen Gegenstand und menschlichem Verhalten*

In drei Punkten möchte ich grob umreißen, in welchem Zusammenhang menschliches Verhalten (d.i. Handlung, Interaktion, Kommunikation) und Gegenstände stehen:

Erstens: Wir handeln in Bindung an Gegenstände aufgrund der Bedeutungen, die wir ihnen geben. Nur dann sind wir handlungsfähig, wenn wir Gegenstände einordnen können in ein uns bekanntes System oder wenn wir ein System für sie erstellen können.

Zweitens: Die Bedeutungen der Gegenstände werden erfahrbar durch einen Kommunikationsprozeß, d.h. durch direkte Interaktion zwischen Menschen, durch indirekte Interaktion (über ein Medium, z.B. Architektur, Design) oder durch direkten Umgang mit den Gegenständen, d.h. durch individuelle Erfahrung.

Drittens: Die Bedeutung wird erkannt, und sie wird gehandhabt und auch abgeändert nach einem interpretativen Prozeß, aufgrund einer Interpretation von Zeichen, die an die Einführung des Gegenstandes erinnern, d.h. die Einführungssituation in ihrer Gesamtheit oder in Teilen wird repräsentiert (vgl. Blumer, 1973).

Um ein strukturalistisches und zeichentheoretisch qualifiziertes Instrumentarium zu entwickeln, das die Relation zwischen Zeichen (hier: Gegenstand als Zeichen) und ihren Benutzern bestimmbar macht, ist eine hermeneutische Arbeitsmethode erforderlich. Damit verbunden ist die Frage nach der angemessenen Interpretation der unterschiedlichen Funktionen eines Zeichens unter pragmatischem, semantischem oder syntaktischem Aspekt sowie deren Verknüpfung.

Als Grundlage dient hierfür die von Ch.S.Peirce formulierte Einsicht, „daß die Erkenntnis als zeichenvermittelte Funktion einer dreistelligen Relation entspricht, die nicht auf eine zweistellige Relation zurückgeführt werden kann, wie das bei allen beobachtbaren Reaktionen in der Objektwelt möglich ist." (Apel, 1970).

4. *Pädagogische Aktionen als Zeichen*

Von dem zu entwickelnden Instrumentarium ist zu fordern, daß es für mehr als ein Phänomen (d.h. nicht nur für Gegenstände oder Sprache oder Klänge oder Bilder) brauchbar ist.

Das gleiche Analyse-Werkzeug muß darüber hinaus auf die Lehr- und Lernsituation anwendbar sein, die im Zusammenhang mit dem Schulunterricht stehen. Dabei gilt es, „Unterricht" als den Ort zu betrachten, an dem eine oder mehrere Personen tätig sind, um auf die Schüler pädagogisch einzuwirken. Der Unterricht wird also getragen von Pädagogischen Aktionen (PA) (Bourdieu, 1973), mit Lehrfunktionen und Lerneffekten.

Die Analyse geht von folgenden Thesen aus:

- PA sind nicht a priori vorhanden, sondern werden inszeniert. Sie ergeben sich also aus willkürlichen Entscheidungen.
- PA sind notwendig, weil ohne sie für den Lernenden „Welt" nur zufällig erfahrbar wird.
- Die Lerneffekte korrelieren eng mit der Struktur der PA.

Es erscheint sinnvoll, die PA unter denselben Bedingungen wie Zeichen und Zeichenprozesse zu betrachten und zu planen. Denn: Ebenso wie Zeichen für etwas stehen, was nicht direkt erfahrbar ist, stehen auch PA für etwas, was für den Lernenden nicht direkt erfahrbar ist (sonst sind PA ja überflüssig).

5. *Werken als Haptisch-Visuelle Kommunikation*

Die fachdidaktische Transformation qualifiziert das Schulfach *Werken* unter dem Aspekt der *Haptisch-Visuellen Kommunikation* (Speer, 1973; Jansen, 1972).

Folgende Thesen deuten die Beweggründe und die Merkmale dieser werkdidaktischen Interpretation an:

- Das Fach Werken setzt sich mit grundlegenden Problemen der verschiedenen Bereiche der Gegenstandproduktion auseinander; also mit Architektur, Plastik und Technik.
- Wir leben in einer Gesellschaft, die immer mehr neue Zeichensysteme entwickelt und bereitstellt. (Schiwy, 1973)
- Unbestritten haben wir dadurch die Chance, Informationen auf verschiedenste Weise zu geben und zu erhalten, jedoch erschweren wir gleichzeitig unsere Erfahrungsmöglichkeit, wenn wir den Überblick über die Eigenart, die Faßlichkeit, die Wirksamkeit und die Folgen der angebotenen Kommunikationsweisen verlieren.
- Den uns neu begegnenden Informationsträgern gegenüber verhalten wir uns häufig so, wie wir es in unserer Alltagswelt gewohnt sind: Wir sehen sie nur d a n n in dieser Funktion, wenn wir bewußt einer Information bedürfen.
- Zeichenträger werden nicht selten derart entwickelt und eingesetzt, daß sie sich in die alltäglichen Formen der Erfahrung einbetten, damit der Interpretant sein Verhalten aufgrund dieser Gegenstände nicht verändert. So wähnt er sich frei von Beeinflussung, wird aber in Wahrheit zur Informationsaufnahme gezwungen und erhält zudem nur einen Wirklichkeitsausschnitt, der als Ganzes angeboten wird. Der Einsatz und die Verfügbarkeit von Zeichensystemen sollte nicht als Geheimwissenschaft behandelt werden: Je weniger wir in diesem Sinne „Analphabeten" sind, um so weniger sind wir den Zeichensystemen ausgeliefert. (Schiwy, 1973; Jansen, 1974)
- Aus diesem Zusammenhang heraus werden gegenständliche Ordnungssysteme als Informationsträger betrachtet, die uns Mitteilung machen über:
  - Funktion (technische oder/und ästhetische)
  - Autor/Hersteller/Verursacher und seine Intention
  - zeitliche/außerzeitliche gesellschaftliche Situation.

  Jede Handhabung / jede Betrachtung von Gegenständen enthält also eine bewußte oder unbewußte Dekodierung.
- Die Entschlüsselung eines Gegenstandes wird uns nicht zum Problem, wenn wir uns in Situationen befinden, auf die wir Codes anwenden, die für die alltäglichen Handlungen/Wahrnehmungen, d.h. für die Entschlüsselung vertrauter Gegenstände, gelten.

Diese Thesen bilden die Grundlage für die Bestimmung von Richtzielen, die sich auf die Lernstufen von der Elementarstufe bis zu den Sekundarstufen im Werkunterricht beziehen:

Der Lernde soll
- eine Handlungskompetenz erwerben, die ihn befähigt, selbständig neue Perspektiven zu erkennen, um seine Handlungsmöglichkeiten zu erweitern.

Dazu bedarf es der Einsicht
- daß das Erfassen einer Situation von den mit ihr gegebenen Zeichen und deren Funktionen abhängt,
- daß willkürliche (künstliche) Ordnungen veränderbar sind,
- daß ein wechselseitiger Zusammenhang zwischen Person-Person-Gegenstand (als Zeichen) besteht – neben physikalisch energetischen Funktionen des Gegenstandes,
- daß Handlungsformen Situationen definieren.

5.1. *Bezugsfelder und Perspektiven des Faches*

Als das Fach *Werken* betreffende Felder und Perspektiven im Rahmen gegenständlicher Ordnungssysteme werden definiert:

ästhetisches Feld / ästhetische Perspektive
(in semantisch-syntaktischer Zeichenfunktion)
utilitaristisches Feld / utilitaristische Perspektive
(in pragmatisch-semantischer Zeichenfunktion)
und damit im Zusammenhang (integrierend) entwickelt sich das Feld der Raumordnung / die architektonische Perspektive
(in pragmatisch-semantisch-syntaktischer Zeichenfunktion).

Die Auseinandersetzung mit diesen Feldern und Perspektiven ist motiviert durch die pädagogische Absicht, den Lernenden zu qualifizieren in:

- *intentionaler Wahrnehmung* von ästhetische und utilitaristischen Ordnungen, sowie deren Integration als potentielles Situationsmaterial
- *Analyse* von Situationsmaterial (vorhandene und gegebene Zeichen), dessen Wirkung und Einsatzmotivation
- *Bildung von Zeichensystemen* in verschiedenen Codes
- *Artikulation mit Hilfe* unterschiedlicher gegenständlicher Zeichensysteme
- *Interpretation* durch Einordnen von Fakten in ein selbst entschiedenes gedankliches Bezugssystem (in andere Bezugssysteme)
- *Bestimmen der Funktion von Zeichen* und deren Klassen
- *Kommunikation / Interaktion / Kooperation*
- *Wertung* intentional angebotener Zeichensysteme und zur freien Verfügung stehender Gegenstandskonstellationen
- *Zuwendungsentscheidungen*

In der Literatur finden wir Handhabungen, um die oben genannten didaktisch entschiedenen Sachverhalte aus semiotischer Perspektive zu betrachten und zu analysieren (z.B. Bense, 1971; Frank, 1964; Moles, 1971; Peirce, 1967; Eco, 1971).

In Anlehnung einer graphischen Darstellung von H. Frank (1964) in bezug auf den Zeichenträger (das Signal) und die drei Funktionen des Zeichens mit ihren Aspekten, möchte ich die werkdidaktischen Inhalte in die in Bild 1 dargestellte Übersicht ordnen:

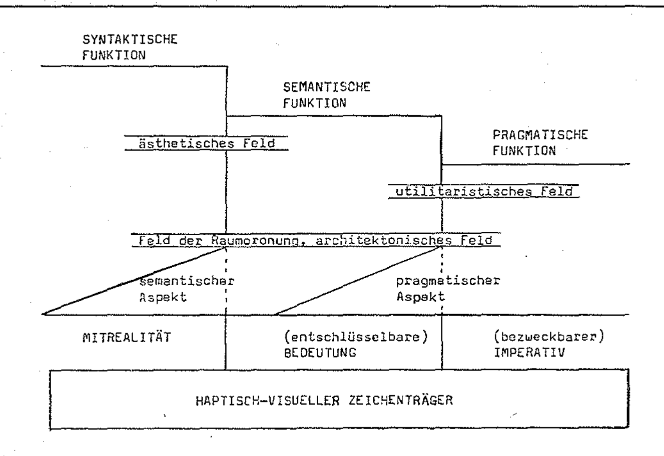


Bild 1:

6. *Die Struktur der PA als triadische Zeichenrelation*

Ich möchte abschließend auf eine weitere notwendige Anwendungsmöglichkeit hinweisen, die sich ergibt, wenn Überlegungen zur Zeichenrelation für die Planung und Analyse von Unterrichtsprozessen genutzt werden (Bense, 1971; Peirce, 1967).

Wie oben schon angedeutet läßt sich eine PA (Pädagogische Aktion) unter denselben Bedingungen betrachten wie Zeichen und Zeichenprozesse, da sie entsprechenden Bedingungen unterliegen. Die Struktur ist so u.a. durch einen Dreier-Bezug zu erfassen zwischen:

- *dem,* was uns an allen möglichen Inhalten für eine PA zur Verfügung steht, d.h. „erfahrbare Welt" (hier liegt eine Entscheidungsfreiheit)
  – In Anlehnung an die Zeichenrelation können wir von einem Objektbezug sprechen
- *dem,* was nach einer Entscheidung für die PA ausgewählt wird, d.h. „didaktisch entschiedenes Angebot" (je nach vermuteter Aufnahme-Kapazität der Lernenden unter Freiheitsverbrauch (vgl. in Analogie Frank, 1968))
  – In Anlehnung an die Zeichenrelation können wir von einem Mittelbezug sprechen
- *dem,* der die PA als Zeichen interpretiert, d.h. der „Lernende".
  Mit Hilfe dieses Bezuges findet eine interpretierende Auseinandersetzung mit Mittel (M) und Objekt (O) statt.

Danach legen die drei nichtleeren Mengen *Interpretant* (I), *Objekt* (O) und *Mittel* (M) eine PA als Zeichen fest (vgl. die Analogie Bense, 1971, Seite 34):

$$PA_Z = PA_Z(O, M, I)$$

Bild 2 macht die triadische Zeichenrelation einschließlich ihrer Übertragung in die Lehr- und Lernsituation sichtbar:

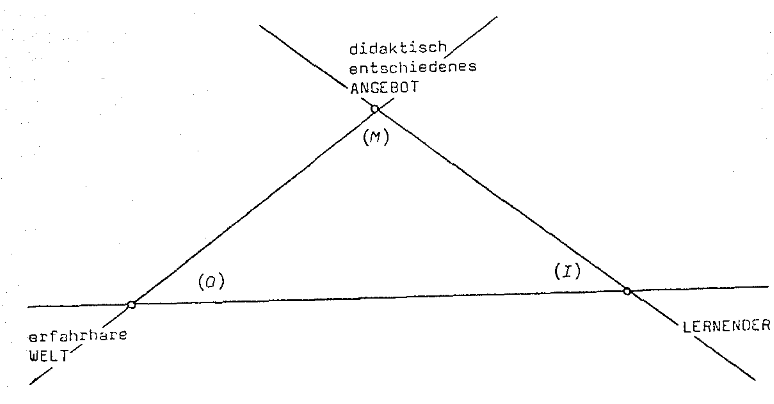
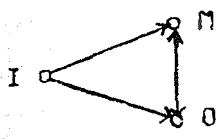


Bild 2:

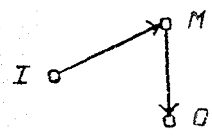
Die Zusammenhänge von O, M, I werden je nach ihrer Sturktur bekanntlich von Peirce als Icon-, Index- oder Symbol-Zeichen beschrieben. (Auf andere Beschreibungen möchte ich an dieser Stelle nicht eingehen.) Mache ich mir auch diese Bezeichnungen zu eigen, so kann grob umrissen auf dreierlei hingewiesen werden:

Erstens: Der Lernende erhält durch den Unterricht einen Bezug gleichermaßen zur „erfahrbaren Welt" (O) und zum „didaktisch entschiedenen Angebot" (M). M bildet O mit Hilfe von Übereinstimmungsmerkmalen ab. Die PA_Z entspricht einem iconischen Graphen:



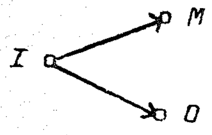
Das didaktisch entschiedene Angebot bezieht sich auf eine dem Lernenden bekannte Wirklichkeit.

Zweitens: Erst über das didaktisch entschiedene Angebot wird der Lernende auf die Möglichkeit verwiesen, sich eine „Welt" erfahrbar zu machen. Es besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen O und M. Die PA_Z entspricht einem indexikalischen Graphen:



Das didaktisch entschiedene Angebot verweist auf eine dem Lernenden neue Wirklichkeit, die er sich selbst erschließen muß.

Drittens: Das didaktisch entschiedene Angebot wird dem Lernenden in der Form geboten, daß nur *er* eine Beziehung zwischen *O* und *M* herzustellen vermag, da *M* weder abbildet noch verweist. Die Beziehung zwischen *M* und *O* ist nur auf der Grundlage von Verabredungen zwischen dem Lernenden und dem Inszenierenden (d.i. der Lehrer) der PA möglich. Es besteht ein symbolischer Zusammenhang und die PA_Z läßt sich als Entsprechnung zum symbolischen Graphen feststellen:



Das didaktisch entschiedene Angebot ist angewiesen auf ein zwischen Lernendem und PA-Inszenierendem verabredetes (arbiträres) Zeichensystem.

Schrifttum

Apel, Karl-Otto: Szientismus oder transzendentale Hermeneutik? In: Hermeneutik und Didaktik. I. Bubner u.a. (Hrsg.), Tübingen 1970

Bense, Max: Zeichen und Design, Baden-Baden 1971

Blumer, Herbert: Der methodologische Standort des symbolischen Interaktionismus, in: Alltagswissen, Interaktion und gesellschaftliche Wirklichkeit. Arbeitsgruppe Bielefelder Soziologen (Hrsg.), Reinbek bei Hamburg 1973

Bourdieu, Pierre: Grundlagen einer Theorie der symbolischen Gewalt. , Frankfurt a.M. 1973

Eco, Umberto: Funktion und Zeichen (Semiologie der Architektur), in: Konzept 1 Architektur als Zeichensystem. Carlini, A./Schneider, B. (Hrsg.), Tübingen 1971

Frank, Helmar: Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte. Quickborn bei Hamburg 1964

Frank, Helmar: Informationsästhetik. Quickborn bei Hamburg, 2. Aufl. 1968

Jansen, Gerd: Projektorientiertes Studium im Rahmen des Faches Werken und Werkdidaktik, Hochschuldidaktische Materialien Nr. 32. Arbeitskreis für Hochschuldidaktik (Hrsg.), Hamburg 1972

Jansen, Gerd: Metakommunikation als Unterrichtsinhalt in der Grundschule, in: Grundschulkongreß Niedersachsen — Kooperation Kommunikation. Arbeitskreis Grundschule e.V. (Hrsg.), Frankfurt a.M. 1974

Moles, Abraham A.: Informationstheorie und ästhetische Wahrnehmung. Schauberg, 1971

Peirce, Ch.S.: Festigung der Überzeugung. Eingeleitet und kommentiert von E. Walther (Hrsg.), Baden-Baden 1967

Schiwy, Günther: Strukturalismus und Zeichensystem. München 1973

Speer, Christian: Haptisch-Visuelle Kommunikation. Ravensburg 1973

Eingegangen am 28. Mai 1975

Anschrift des Verfassers: Gerd Jansen, 314 Lüneburg, Stöteroggestr. 79

Berichtigung

Versehentlich wurde das letzte Heft der GrKG, erschienen am 15.9.75, falsch numeriert, es muß statt GrKG 15/3 richtig heißen GrKG 16/3.

Hinweis

Diesem Heft liegt die 3. Nummer der Knapptextbeilage „Homo kaj Informo" in Internationaler Sprache bei.

Bevorstehende Veranstaltungen

Das 10. kybernetisch-pädagogische Werkstattgespräch der GPI-Arbeitsgruppe Kybernetik wird vom 16.–18. Januar 1976 unter Leitung von Prof. Dr. Jones in Leuven (Belgien) stattfinden. Rahmenthemen: (1) Die Anwendung der Theorie unscharfer Untermengen auf die Bestimmung des optimalen didaktischen Orts von Medien. (2) Sprachkybernetik und Sprachorientierungsunterricht: Aufeinander bezogene Formalisierungen im Bereich von Psychostruktur und Lehrstoff im Hinblick auf didaktische Strategien.

Das 11. Werkstattgespräch findet vom 30.3.–31.3.76 (unmittelbar vor dem 14. Symposion der GPI/Gesellschaft für Programmierte Instruktion und Mediendidaktik vom 31.3.–3.4.76) in Hamburg statt. Tagungsleitung: Dr. Bink. Rahmenthemen: (1) Sprachkybernetik und Sprachorientierungsunterricht, (2) Nichtnumerische Datenverarbeitung.

Das 12. Werkstattgespräch wird unter der Tagungsleitung von Prof. Dr. Mužič, Zagreb, vom 16.7.–18.7. im Rahmen der Sommeruniversitätswochen der Gesellschaft für sprachgrenzübergreifende europäische Verständigung in Šibenik-Primošten (Jugoslawien) — vgl. GrKG 16/3, S. 98 — stattfinden. —

Die Internationale Gesellschaft für Ingenieurpädagogik (IGIP) veranstaltet vom 24.–27.5.76 in Graz (Österreich) ihr 5. internationales Symposion. Wissenschaftliche Tagungsleitung: Univ.-Prof. Dr. phil. Dipl.-Ing. A. Melezinek. Anmeldung zur Teilnahme bzw. für Referate (mit 30 Zeilen Kurzfassung bis 15.1.76) beim Sekretariat des Symposions Ingenieurpädagogik '76, Universität für Bildungswissenschaften Klagenfurt, Hochschulstr. 67, A-9020 Klagenfurt.

Veranstaltungsberichte

Die Gesellschaft für Programmierte Instruktion und Mediendidaktik als zuständiger Fachverband hat auf ihrem letzten Symposion in Nürnberg vom 13. bis 15. März 1975 ein Arbeitspapier „Zur Integration von Mediendidaktik und Unterrichtstechnologie in die Lehrerbildung" verfaßt. In dieser Erklärung werden konkrete Empfehlungen ausgesprochen, in welchem stofflichen und zeitlichen Umfang und in welcher didaktisch-methodischen Form Mediendidaktik und Unterrichtstechnologie in die Aus- und Fortbildung von Lehrern einzubauen sind. Tragender Gedanke dieses Konzepts ist, daß „Medien und unterrichtstechnologische Verfahren nicht additiv, sondern als integraler Bestandteil von Unterricht in allen Ausbildungsbereichen (Erziehungswissenschaften, Fachwissenschaften, Fachdidaktiken, schulpraktische Studien) bewußtgemacht, erprobt und reflektiert werden sollten".

Das 9. Werkstattgespräch der Arbeitsgruppe Kybernetik der GPI fand vom 16.10. bis 18.10.75, unter der Leitung von G. Lobin und H. Richter, im FEoLL in Paderborn statt.
T. Dubois von der Universität Leuven (Belgien) stellte ein Verfahren dar, mit Hilfe des Rechners eine optimale Lehr/Lernstrategie unter Berücksichtigung der Fähigkeiten des einzelnen Studenten zu entwickeln. Die Beurteilung erfolgte nach fünf pädagogischen Fähigkeiten (Gedächtnis, Syntax, Semantik, Analyse, Synthese). Nach jedem Kapitel eines Buchprogramms über Physik erfolgte eine Fragephase über den Rechner, um den Zustand des Adressaten festzustellen. Ziel dieses Tests war

es, den Lehrstoff des folgenden Kapitels für den einzelnen Adressaten optimal zu gestalten. Es boten sich zwei mögliche Strategien an – entweder eine spezielle Begabung weiter zu fördern oder dort weiterzugehen, wo eine besondere Schwäche vorhanden ist. Letztere Strategie wurde in Leuven angewandt.

H. Richter stellte ein von der IABG in Ottobrunn entwickeltes Verfahren zur Ermittlung des Nutzens von Medien vor. Ähnlich wie bei der Anwendung von Verfahren der Nutzwertanalyse in anderen Bereichen wurde hier für einen konkreten Einsatzbereich ein Katalog von Merkmalen aufgestellt, die von Bedeutung für die Erreichung der gesetzten Ziele sind. Danach erfolgte eine Bewertung der Merkmale nach dem Teilnutzen, den sie erbringen. Im Ergebnis wurde der ermittelte Nutzwert den Kosten pro Schülerstunde gegenübergestellt. – Die rege Diskussion zeigte, wie begrenzt die Aussagefähigkeit dieses Verfahrens ist und wie zweifelhaft es sein kann, die Ergebnisse des Verfahrens als Entscheidungsgrundlage heranzuziehen. Dies liegt vor allem an den nach subjektiven Gesichtspunkten erstellten und bewerteten Merkmalen.

In einem weiteren Vortrag stellte H. Richter ein Verfahren zur Ermittlung der Medienbetriebskosten dar. Dabei ging es vor allem um die für Techniker wichtige Frage, welche Struktur bzw. welche Eigenschaften Medien haben sollen, damit sie den gestellten Anforderungen optimal genügen. Die Eigenschaften des Mediums, die in eine sog. Medienstrukturzahl eingingen, wurden den sich ergebenden Einsatzkosten (Reparatur- und Wartungskosten, Ausfallhäufigkeit) gegenübergestellt.

Eine andere Möglichkeit, das Nutzen/Aufwandverhältnis zu optimieren, stellte G. Lobin in seinem Vortrag dar. Er definierte den Nutzen als die in bit gemessene didaktische Transinformation und stellte sie dem Aufwand gegenüber. Seinen Überlegungen lag die Annahme zugrunde, daß die Lerngeschwindigkeit der einzelnen Adressaten in einer Gruppe verschieden ist, wobei die Unterschiede durch eine Normalverteilung beschrieben werden können. Da weiterhin angenommen wurde, daß die angebotene Information vollständig oder nicht gelernt wird, gilt das dargestellte Verfahren nur für wenige Lernvorgänge.

H. Frank referierte über den informationspsychologischen Zusammenhang zwischen dem Wirkungsgrad des Unterrichts und dessen Lehrziel. Aufgrund einer genaueren Modellbildung des Lernens konnte eine genauere Vorausabschätzung der erforderlichen Lernzeit bei gegebener Informationsmenge und damit bei gleicher Modellbildung eine exaktere Bestimmung des Wirkungsgrades verschiedener Lehrverfahren erzielt werden. Bisherige Angaben über die Wirksamkeit bildungstechnologischer Medien haben sich als wesentlich zu gering erwiesen. Aufgrund der neuen Verfahren stellte sich heraus, daß sämtliche bildungstechnische Medien bei zweckmäßiger Programmierung einen Wirkungsgrad zwischen 70% und 80% haben, während sämtliche konventionellen Lehrverfahren (Schulunterricht, Vorlesung) einen Wirkungsgrad von etwa 40 % ergaben. (Vgl. Beitrag in gegenwärtigem Heft der GrKG)

Schließlich referierte R. Hilgers über ein Verfahren zur Ermittlung der optimalen Strategie zur Prüfungsvorbereitung. Seinem Verfahren liegt ein Modell zugrunde, das den Prüfling in die Lage versetzen soll, seine individuelle Strategie zur Vorbereitung auf die Prüfung zu entwickeln, wenn der Prüfer die Bedeutung des jeweiligen Lehrstoffs für die Gesamtbewertung bekannt gibt.

Aufforderung an unsere Leser

Bitte melden Sie uns Ereignisse, die für die GrKG relevant sind: Tagungen, Kongresse, Berufungen, Promotionen.

Seit Band 13 bringt unsere Zeitschrift regelmäßig an erster Stelle einen Übersichtsbeitrag über den Stand der Forschung und Entwicklung in einem breiteren Teilbereich der von den GrKG gepflegten Gesamtthematik. Durch diesen Versuch, einem breiteren Leserkreis „Umschau und Ausblick" zu ermöglichen, geht andererseits Platz für die wesentlich stärker spezialisierten „kybernetischen Forschungsberichte" verloren, also für die Originalarbeiten mit neuesten Ergebnissen, deren Publikation sich dadurch neuerdings stärker als früher üblich verzögert. Daher haben wir im vorliegenden Heft erstmals auf einen Übersichtsbeitrag verzichtet. Wir bitten unsere Leser, uns hierzu ihre Meinung zu schreiben. Wünschen Sie die Rubrik „Umschau und Ausblick" in jedem Heft, wenigstens 1–2mal jährlich oder überhaupt nicht mehr?

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten, für die Aufnahme in die internationale Knapptextbeilage „Homo kaj Informo" eine knappe, aber die wichtigsten neuen Ergebnisse des Beitrags für Fachleute verständlich wiedergebende Zusammenfassung (Umfang maximal 200 Wörter) in Internationaler, notfalls deutscher Sprache beizufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit soll angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden. Im übrigen wird auf die „Mindestgütekriterien für kybernetisch-pädagogische Originalarbeiten in deutscher Sprache" (abgedruckt u. a. in „Kybernetik und Bildung I", Verlagsgemeinschaft Schroedel/Schöningh, Hannover und Paderborn 1975) verwiesen, die von Schriftleitung und Herausgebern der Beurteilung der eingereichten Manuskripte sinngemäß zugrundegelegt werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.